สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง
ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร พระจอมเกล้าลาดกระบัง

# การแต่งกลิ่นรสของชาสมุนไพร

# (Mixed Herbal Tea)

T096659

นางสาวดาวรุ่ง ติรวงศ์กุศล รหัสนักศึกษา 46040144
นางสาวนฤดี โชคอนุวัฒน์ รหัสนักศึกษา 46040145

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่ 2549
เลขทะเบียน 96659
วัน,เดือน,ปี 4 JUN 2009

.b 11229317
.i

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต
ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การแต่งกลิ่นรสของชาสมุนไพร

(Mixed Herbal Tea)

จัดทำโดย

นางสาวดาวรุ่ง ติรวงศ์กุศล รหัสนักศึกษา 46040144

นางสาวนฤดี โชคอนุวัฒน์ รหัสนักศึกษา 46040145

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

..... 21 / มีนาคม / 2550 อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

(ดร.วริพัสย์ อารีกุล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นางสาวดาวรุ่ง ติรวงศ์กุศล และนางสาวนฤดี โชคอนุวัฒน์ 2549 :
การแต่งกลิ่นรสของชาสมุนไพร ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.วริพัสย์ อารีกุล

# บทคัดย่อ

การแต่งกลิ่นรสของชาสมุนไพร โดยการคัดเลือกจากชาสมุนไพรทั้ง 5 ชนิดด้วยวิธีการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ 7 point hedonic scale พบว่า ชาเจียวกู้หลานและชาก่อได้คะแนนความชอบโดยรวมมาก และมีคะแนนความชอบของกลิ่นสูงกว่าชาอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) การวิเคราะห์สมบัติการสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วยวิธี Folin-Ciocalteu reagent (FCR), ferric reducing antioxidant capacity (FRAP), และ DPPH scavenging assay ($EC_{50}$) พบว่าวิธีการทั้ง 3 มีค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ อยู่ระหว่าง 0.7237- 0.9847 โดยชาก่อมีสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และ ชาเจียวกู้หลานมีสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันต่ำที่สุดด้วยวิธี DPPH scavenging assay อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และชาปู่เฒ่าลืมไม้เท้า มีสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันต่ำที่สุดด้วยวิธี FCR และ FRAP อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การแต่งกลิ่นรสของชาเจียวกู้หลานและชาก่อด้วยผงพืช 5 ชนิด พบว่า ชาเจียวกู้หลานผสมใบเตย, ชาก่อผสมใบเตยและชาก่อผสมเปลือกแก้วมังกรได้คะแนนการยอมรับมากที่สุด และมีคะแนนความชอบของรสและความชอบโดยรวมสูงกว่าชาผสมผงพืชอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อปรับเปลี่ยนอัตราส่วนของผงพืชในชาผสม พบว่า การผสมผงใบเตย 15% ในชาเจียวกู้หลาน และ ชาก่อ และเปลือกแก้วมังกร 20% ในชาก่อ ได้คะแนนการยอมรับมากที่สุด และมีคะแนนความชอบของสีมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นชาเจียวกู้หลานผสมผงใบเตย 15% อย่างไรก็ตาม การเติมผงพืชในชาทั้ง 2 ชนิด มีผลทำให้สมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้น ชาเจียวกู้หลานผสมผงใบเตย

ดาวรุ่ง ติรวงศ์กุศล
นฤดี โชคอนุวัฒน์

**ลายมือชื่อนักศึกษา**

**ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา**

21 สิงหาคม 50

**วัน เดือน ปี**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษในหัวข้อเรื่อง การแต่งกลิ่นรสของชาสมุนไพร (Mixed Herbal Tea) เป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ผู้จัดทำขอขอบพระคุณ ดร.วริพัสย์ อารีกุล ที่ให้เกียรติเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา กรุณสละงมาโวลาอันมีค่าให้คำปรึกษา แนะนำ ช่วยเหลือในหลายสิ่งหลายอย่าง และดูแลเอาใจใส่เป็นอย่างดีมากมาโดยตลอด รวมทั้งคอยแก้ไขการเสนอปัญหาพิเศษและรายงานฉบับนี้ให้มีความถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และอาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้ ให้คำแนะนำและช่วยให้การเสนอปัญหาพิเศษในครั้งสำเร็จลงได้ด้วยดี

ขอขอบคุณนางสาวนราพร พรหมไกรวร ที่กรุณาสละเวลาให้คำปรึกษาและให้ความช่วยเหลือในการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ และน้องสถาปัตย์ที่หอพักสตรีราชพฤกษ์

ขอขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่และครอบครัวที่เป็นกำลังใจในการทำปัญหาพิเศษ จนทำให้ผู้จัดทำสามารถทำงานครั้งนี้ให้สำเร็จได้ด้วยดี และขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ ทุกคนที่ให้กำลังใจมาโดยตลอด

ผู้จัดทำขอขอบพระคุณทุกท่านที่กล่าวไว้ ณ ที่นี้ด้วยใจจริง

ดาวรุ่ง ติรวงศ์กุศล
นฤดี โชคอนุวัฒน์
15 มีนาคม 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ


| เรื่อง | หน้า |
|---|---|
| บทคัดย่อ | ก |
| กิตติกรรมประกาศ | ข |
| สารบัญ | ค |
| สารบัญตาราง | จ |
| สารบัญภาพ | ฌ |
| บทที่ 1 บทนำ | |
| 1.1 คำนำ | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ | 1 |
| บทที่ 2 วารสารปริทัศน์ | |
| 2.1 ชาสมุนไพร | 2 |
| 2.2 พืช | 4 |
| 2.3 อนุมูลอิสระ | 7 |
| 2.4 ปฏิกิริยาการเกิดอนุมูลอิสระ | 7 |
| 2.5 สารต้านอนุมูลอิสระ | 8 |
| 2.5.1 สารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติ | 8 |
| 2.5.2 สารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ | 12 |
| 2.6 กลไกการต้านอนุมูลอิสระ | 13 |
| 2.6.1 ฤทธิ์การป้องกันอนุมูลอิสระ | 13 |
| 2.6.2 ฤทธิ์การกำจัดอนุมูลอิสร | 13 |
| 2.7 ผลของสารต้านอนุมูลอิสระ | 13 |
| 2.7.1 Primary antioxidant | 14 |
| 2.7.2 Oxygen scavenging | 14 |
| 2.7.3 Secondary antioxidant | 14 |
| 2.7.4 Enzymatic antioxidant | 14 |
| 2.7.5 Chelating agent หรือ Sequestrant | 14 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ(ต่อ)


| เรื่อง | หน้า |
|---|---|
| บทที่ 3 วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง | |
| 3.1 วัตถุดิบ | 15 |
| 3.2 อุปกรณ์ในการทดลอง | 15 |
| 3.3 สารเคมี | 15 |
| 3.4 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง | 16 |
| บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง | |
| 4.1 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของชา 6 ชนิด | 20 |
| 4.2 ปริมาณสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของชาสมุนไพร | 21 |
| 4.3 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของชาเจียวกู้หลานและชาก่อ กับพืช 5 ตัวอย่าง | 22 |
| 4.4 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของชาเจียวกู้หลานและชาก่อ กับใบเตยและเปลือกแก้วมังกรที่ปริมาณต่างๆ กัน | 24 |
| 4.5 สมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของชาสมุนไพรที่แต่งกลิ่นรส | 27 |
| 4.5.1 สมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของชาเจียวกู้หลาน แต่งกลิ่นรสด้วยใบเตย | 27 |
| 4.5.2 สมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของชาก่อ แต่งกลิ่นรสด้วยใบเตย | 29 |
| 4.5.3 สมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของชาก่อ แต่งกลิ่นรสด้วยเปลือกแก้วมังกร | 30 |
| บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง | 34 |
| เอกสารอ้างอิง | 35 |
| ภาคผนวก | |
| - ภาคผนวก ก | 37 |
| - ภาคผนวก ข | 38 |
| - ภาคผนวก ค | 39 |
| - ภาคผนวก ง | 42 |
| - ภาคผนวก จ | 43 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | แสดงผลทางประสาทสัมผัสของชาสมุนไพร | 20 |
| 2 | แสดงความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของชาสมุนไพรด้วยวิธีต่างๆ | 22 |
| 3 | แสดงผลทางประสาทสัมผัสของการแต่งกลิ่นรสของชาสมุนไพรเจียวกู้หลาน | 23 |
| 4 | แสดงผลทางประสาทสัมผัสของการแต่งกลิ่นรสของชาสมุนไพรก่อ | 24 |
| 5 | แสดงผลทางประสาทสัมผัสของการแต่งกลิ่นรสใบเตยในชาสมุนไพรเจียวกู้หลาน | 25 |
| 6 | แสดงผลทางประสาทสัมผัสของการแต่งกลิ่นรสใบเตยในชาสมุนไพรก่อ | 26 |
| 7 | แสดงผลทางประสาทสัมผัสของการแต่งกลิ่นรสเปลือกแก้วมังกรในชาสมุนไพรก่อ | 27 |
| 8 | แสดงความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยวิธีต่างๆ ของชาสมุนไพรเจียวกู้หลานแต่งกลิ่นรสด้วยใบเตย | 28 |
| 9 | แสดงความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยวิธีต่างๆ ของชาสมุนไพรก่อแต่งกลิ่นรสด้วยใบเตย | 29 |
| 10 | แสดงความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยวิธีต่างๆ ของชาสมุนไพรก่อแต่งกลิ่นรสด้วยเปลือกแก้วมังกร | 31 |

| ตารางภาคผนวกที่ | | |
|---|---|---|
| 1 | สมการและค่า R-square ของชาสมุนไพร 5 ชนิดและพืช 2 ชนิด | 40 |
| 2 | สมการและค่า R-square ของชาสมุนไพรผสมพืช | 41 |
| 3 | ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านสีของชาสมุนไพร | 43 |
| 4 | ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านกลิ่นของชาสมุนไพร | 44 |
| 5 | ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านรสของชาสมุนไพร | 44 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง(ต่อ)


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 6 | ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบโดยรวมของชาสมุนไพร | 44 |
| 7 | ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยวิธี FCR ของชาสมุนไพร | 45 |
| 8 | ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยวิธี FRAP ของชาสมุนไพร | 45 |
| 9 | ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันค่า $EC_{50}$ ของชาสมุนไพร | 46 |
| 10 | ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านสีของการแต่งกลิ่นรสของชาสมุนไพรเจียวกู้หลาน | 46 |
| 11 | ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านกลิ่นของการแต่งกลิ่นรสของชาสมุนไพรเจียวกู้หลาน | 47 |
| 12 | ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านรสของการแต่งกลิ่นรสของชาสมุนไพรเจียวกู้หลาน | 47 |
| 13 | ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบโดยรวมของการแต่งกลิ่นรสของชาสมุนไพรเจียวกู้หลาน | 48 |
| 14 | ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านสีของการแต่งกลิ่นรสของชาสมุนไพรก่อ | 48 |
| 15 | ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านกลิ่นของการแต่งกลิ่นรสของชาสมุนไพรก่อ | 49 |
| 16 | ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านรสของการแต่งกลิ่นรสของชาสมุนไพรก่อ | 49 |
| 17 | ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบโดยรวมของการแต่งกลิ่นรสของชาสมุนไพรก่อ | 50 |
| 18 | ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านสีของการแต่งกลิ่นรสใบเตยในชาสมุนไพรเจียวกู้หลาน | 50 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง(ต่อ)


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 19 | ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านกลิ่นของการแต่งกลิ่นรสใบเตยในชาสมุนไพรเจียวกู้หลาน | 51 |
| 20 | ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านรสของการแต่งกลิ่นรสใบเตยในชาสมุนไพรเจียวกู้หลาน | 51 |
| 21 | ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบโดยรวมของการแต่งกลิ่นรสใบเตยในชาสมุนไพรเจียวกู้หลาน | 52 |
| 22 | ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านสีของการแต่งกลิ่นรสใบเตยในชาสมุนไพรก่อ | 52 |
| 23 | ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านกลิ่นของการแต่งกลิ่นรสใบเตยในชาสมุนไพรก่อ | 53 |
| 24 | ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านรสของการแต่งกลิ่นรสใบเตยในชาสมุนไพรก่อ | 53 |
| 25 | ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบโดยรวมของการแต่งกลิ่นรสใบเตยในชาสมุนไพรก่อ | 54 |
| 26 | ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านสีของการแต่งกลิ่นรสเปลือกแก้วมังกรในชาสมุนไพรก่อ | 54 |
| 27 | ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านกลิ่นของการแต่งกลิ่นรสเปลือกแก้วมังกรในชาสมุนไพรก่อ | 55 |
| 28 | ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านรสของการแต่งกลิ่นรสเปลือกแก้วมังกรในชาสมุนไพรก่อ | 55 |
| 29 | ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบโดยรวมของการแต่งกลิ่นรสเปลือกแก้วมังกรในชาสมุนไพรก่อ | 56 |
| 30 | ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยวิธี FCR ของชาสมุนไพรเจียวกู้หลานแต่งกลิ่นรสด้วยใบเตย | 56 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง(ต่อ)


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 31 | ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยวิธี FRAP ของชาสมุนไพรเจียวกู้หลานแต่งกลิ่นรสด้วยใบเตย | 57 |
| 32 | ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน ค่า $EC_{50}$ ของชาสมุนไพรเจียวกู้หลานแต่งกลิ่นรสด้วยใบเตย | 57 |
| 33 | ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยวิธี FCR ของชาสมุนไพรก่อแต่งกลิ่นรสด้วยใบเตย | 58 |
| 34 | ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยวิธี FRAP ของชาสมุนไพรก่อแต่งกลิ่นรสด้วยใบเตย | 58 |
| 35 | ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน ค่า $EC_{50}$ ของชาสมุนไพรก่อแต่งกลิ่นรสด้วยใบเตย | 59 |
| 36 | ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยวิธี FCR ของชาสมุนไพรก่อแต่งกลิ่นรสด้วยเปลือกแก้วมังกร | 59 |
| 37 | ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยวิธี FRAP ของชาสมุนไพรก่อแต่งกลิ่นรสด้วยเปลือกแก้วมังกร | 60 |
| 38 | ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน ค่า $EC_{50}$ ของชาสมุนไพรก่อแต่งกลิ่นรสด้วยเปลือกแก้วมังกร | 60 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ


| ภาพที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า FRAP (มิลลิกรัมต่อกรัมตัวอย่าง) และ FRC (มิลลิกรัมต่อกรัมตัวอย่าง) | 32 |
| 2 | แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า FRAP (มิลลิกรัมต่อกรัมตัวอย่าง) และ $1/EC_{50}$ (มิลลิกรัมต่อกรัมตัวอย่าง) | 32 |
| 3 | แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า FCR (มิลลิกรัมต่อกรัมตัวอย่าง) และ $1/EC_{50}$ (มิลลิกรัมต่อกรัมตัวอย่าง) | 33 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 คำนำ

ปัจจุบัน ผู้บริโภคได้หันมาสนใจเครื่องดื่มสุขภาพกันมากขึ้น และชาเป็นเครื่องดื่มที่ได้รับความนิยมอย่างสูง เนื่องจากมีการอ้างถึงคุณสมบัติของการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น มีฤทธิ์ในการต้านการก่อมะเร็ง ลดคอเลสเตอรอล ช่วยชลอความแก่ เป็นต้น นอกจากนี้กลิ่นรสที่มีอยู่ในชาแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน ดังนั้น การพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาสมุนไพรด้วยการเติม พืชที่ให้กลิ่นรส หรือสี เพิ่มเสริมประโยชน์และปรับปรุงกลิ่นรสของชา

สารประกอบโพลีฟีนอลที่พบอยู่ทั่วไปในชาแต่ละชนิด เป็นสารที่มีคุณสมบัติของสารต้านอนุมูลอิสระ จึงก่อให้เกิดประโยชน์ทางการแพทย์ที่มีผลต่อดีต่อสุขภาพร่างกายของผู้บริโภค และการปรับปรุงกลิ่นรสของน้ำชาโดยใช้วัตถุดิบอื่นๆมาเสริม จะช่วยเพิ่มทางเลือกใหม่ให้กับผู้บริโภคมากขึ้น

## 1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาและแต่งกลิ่นรสของชาสมุนไพรด้วยการผสมพืชและสมุนไพรชนิดต่างๆ
2. เพื่อหาปริมาณสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันที่มีในชาสมุนไพร และชาสมุนไพรผสมผงพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2
# วารสารปริทัศน์

**2.1 ชาสมุนไพร** (http://www.thaihomemaster.com)

ชาสมุนไพร คือ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากส่วนต่าง ๆ ของพืช ที่นำไปตากแดด อบแห้ง แล้วตัด สับ หรือบด โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อนำไปบริโภคโดยการต้มหรือชงกับน้ำ ซึ่งชาสมุนไพรจัดเป็นอาหารที่กำหนด คุณภาพหรือมาตรฐาน ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 280) พ.ศ.2547 เรื่อง ชาสมุนไพร หรือส่วนต่าง ๆ ของพืชที่ใช้เป็นวัตถุดิบ

1. หอมไก่ *Chloranthus erectus* (Buch.-Ham.) Verde

ชื่อท้องถิ่น ปอนาตรู (กะเหรี่ยง-เชียงใหม่) หอมไก่ หอมไก่ (เหนือ) กระดูกไก่ (กลาง)

**สารในพืช** ทุกส่วนของต้นหอมไก่มีสารหอมระเหยที่มีกลิ่นหอม เมื่อขยี้ใบ ลำต้นหรือราก ดมดูจะได้กลิ่นฉุนคล้ายการบูร มีรสค่อนข้างขม ในใบมีน้ำมันหอมระเหยและสารประกอบ phenols; β coumaric acid และ guaiacyl lignin (สุธรรม , 2547)

2. ตังกุย *Angelina acutiloba* (Siebold & Zucc.) Kitagawa

ชื่อท้องถิ่น โสมตังกุย ตังกุย (เชียงใหม่)

**สารในพืชและฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา**

ได้มีรายงานการวิจัยเกี่ยวกับพืชชนิดนี้กันมาก และได้พบสารต่างๆ ซึ่งเป็นสารประกอบของ polysaccharides, lactones, และ alkynes เป็นจำนวนมาก ซึ่งสารประกอบเหลานี้บางชนิดก็มีคุณสมบัติเป็นยารักษาโรค รากของตังกุยมีสารสำคัญ 2 ชนิดคือ ligustilide และbutylidenephthalide ซึ่งเป็นสารประเภท anticholinergic หรือนัยหนึ่งต่อต้านสารเลียนพาราซิมพาเทติก นอกจากนี้ยังมีสารมีฤทธิ์ระงับอาการปวดอีก 7 ชนิดด้วยกัน อันได้แก่ falcarinol, falcarindiol, falcarinolenc (polyacetylenes), choline, scopoletin, umbelliferone และ vanillic acid

สาร arabinogalactan IIb-1 (AGII-1) ที่สกัดได้จากรากของตังกุยประกอบด้วย arabinose, galactose, rhamnose และ galacturonic acid ในสัดส่วนของโมเลกุล 2.2 : 1.0 : 0.3 : 0.4

น้ำยาที่สกัดจากรากของตังกุยโดยใช้น้ำร้อนมีฤทธิ์ในการลดไข้ ลดอาการกดระบบประสาท การบีบตัวของหัวใจ ความดันโลหิต การบีบเกร็งของกล้ามเนื้อ และป้องกันตับสี (สุธรรม , 2547)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**3. เบ็ญจขันธ์** *Gynostemma pentaphyllum* (Thumb. Ex Murray) Makino

ชื่อท้องถิ่น เจียวกู้หลาน (จีนฮ่อ-เชียงใหม่) เบ็ญจขันธ์ (เชียงใหม่)

**ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา**

รายงานการวิจัยในจีนระบุว่าพืชชนิดนี้มีฤทธิ์ในการลดคลอเรสเตอรอลในร่างกาย โดยเสริมประสิทธิภาพของตับในการส่งน้ำตาลและคาร์โบไฮเดรทไปยังกล้ามเนื้อเพื่อสร้างพลังงาน แทนที่จะให้น้ำตาลเปลี่ยนเป็น triglycerides ซึ่งร่างกายจะเก็บไว้เป็นไขมัน นอกจากนี้ยังมีประสิทธิภาพในการลดไขมันที่มีความหนาแน่นต่ำที่ไม่ดีสำหรับร่างกายและเพิ่มไขมันที่มีความหนาแน่นสูงที่ดีอีกด้วย ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในการเผาผลาญไขมัน (fat metabolism) ลดระดับไขมันในเลือด ลด lipid peroxide และการตกตะกอนของไขมันในเส้นโลหิต นอกเหนือจากประสิทธิภาพในการปรับเปลี่ยน chloresterol แล้ว ยังมีคุณสมบัติในการเพิ่มประสิทธิภาพของการย่อยอาหาร การดูดซึมอาหารดีขึ้น

คุณสมบัติที่สำคัญของพืชชนิดนี้คือประสิทธิภาพสูงในการปรับเปลี่ยนหรือ adaptogenic functions ไปตามความต้องการของร่างกาย นอกจากเรื่องไขมันดังกล่าวข้างต้นแล้ว ยังสามารถปรับเปลี่ยนการทำงานของสมองได้ทั้งสองด้าน (biphasic effects) คือกระตุ้นหรือทำให้สงบลงได้ตามความต้องการของร่างกาย ช่วยปรับหน้าที่ของฮอร์โมนทั้งเพศชายและหญิง ซึ่งมีผลทำให้ผ่อนคลายความเครียด ช่วยในการเพิ่มเม็ดเลือดขาว lymphocytes, phagocytes และเซรุ่ม IgG แต่ไม่เกินความพอดี

เบ็ญจขันธ์ยังมีคุณสมบัติในการต้านอาการอักเสบต่างๆ เนื่องจากมีสารกลุ่ม saponins หลายชนิด และมีการวิจัยที่พบว่าสามารถลดขนาดของเนื้องอก และลดความดันโลหิต

**สารในพืช**

พืชทั้งต้นมีสารในกลุ่ม triterpene saponins คือ gypenosides ในปริมาณสูง โครงสร้างทางเคมีของ gypenosides มีลักษณคล้ายกับ panaxosides หรือที่เรียกกันว่า ginsenosides ที่มีในโสมเกาหลี ปริมาณของ ginsenosides ในเบ็ญจขันธ์สูงถึงสี่เท่าเมื่อเทียบกับ panaxosides ที่มีในโสมเกาหลี นอกจากนี้สารในกลุ่ม saponins ในเบ็ญจขันธ์ยังเหมือนกับ panaxosides หรือสามารถเปลี่ยนเป็น panaxosides ได้เมื่อเข้าสู่ร่างกาย จึงทำให้เบ็ญจขันธ์มีสารในกลุ่ม saponins มากชนิดกว่าโสมเกาหลี และนี่คงจะเป็นสาเหตุให้เบ็ญจขันธ์มีประสิทธิภาพสูงในการปรับระบบต่างๆ ของร่างกาย เช่น ลดความดันโลหิต ปรับระดับฮอร์โมนเพศ ระบบย่อยอาหาร ระบบภูมิคุ้มกัน ตลอดไปถึงระบบจิตและอื่นๆ

สารอื่นๆ ที่พบในพืชชนิดนี้ในน้ำหนักมิลลิกรัมต่อกรัม ได้แก่ leucine 0.055, histidine 0.0473, lysine 0.56, glutamic acid 0.09, threonine 0.14, serine 0.16, cystine 1.13, isoleucine 0.21,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

arginine 0.06, phenylalanine 0.98, vitamin B1, vitamin B2, vitamin C, carotene นอกเหนือจากโปรตีน ไขมัน น้ำตาล sucrose ส่วนแร่ธาตุมีแคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก สังกะสี แมงกานีส โซเดียม และฟอสฟอรัส (สุธรรม, 2548)

**4. ก่อนก** *Lithocarpus polystachyus* (A. DC.) Rehder

ชื่อท้องถิ่น ก่อนก (เชียงราย) ก่อแงะ ก่อหมาก ก่อเอียก (เชียงใหม่)

**รายงานการวิจัย** ไม่พบรายงานการวิจัยเกี่ยวกับคุณค่าทางโภชนาการและคุณค่าของเนื้อไม้ในพืชชนิดน

**สารในพืช** เปลือกลำต้นมีสารแทนนินสูงในฤดูหนาวและน้อยในฤดูร้อน (สุธรรม , 2548)

**5. ปู่เฒ่าลืมไม้เท้า** *Aspidistra sp.*

ชื่อท้องถิ่น ปู่เฒ่าลืมไม้เท้า (เชียงใหม่)

**รายงานการวิจัย**

ไม่พบรายงานการวิจัยในด้านฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาและสารในพืชของพืชชนิดนี้ (สุธรรม, 2547)

**ชาสมุนไพร ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน** ดังตามที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ต่อไปนี้

1. ชาสมุนไพรต้องมีความชื้นตามมาตรฐานที่กำหนดในตำรายาที่รัฐมนตรีประกาศตามกฎหมายว่าด้วย ยา ในกรณีที่ไม่มีมาตรฐานกำหนดไว้ ให้มีความชื้นได้ไม่เกินร้อยละ 10 ของน้ำหนัก

2. ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

3. ไม่มีสารพิษจากจุลินทรีย์ สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช สารปนเปื้อน หรือสารเป็นพิษอื่นในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

4. ไม่มียาแผนปัจจุบันหรือวัตถุที่ออกฤทธิ์ต่อจิตและประสาท หรือยาเสพติดให้โทษ

5. ไม่ใส่สี

6. ไม่มีการปรุงแต่งกลิ่น รส ด้วยวัตถุอื่น นอกจากพืช

**2.2 พืช**

พืชหรือส่วนต่างๆ ของพืชที่ใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับชาสมุนไพรทั้ง 5 ชนิด เป็นพืชที่สามารถหาได้ง่าย ยังมีคุณค่า และประโยชน์มากมาย ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**1. เตยหอม** *Pandanus amaryllifolius Roxb.* (สุนทรี, 2536)

ชื่อท้องถิ่น หวานข้าวไหม้ (เหนือ) ปาแนะออริง (ใต้) ปาแนกือจิ (ไทยมุสลิม) ปานหนัน (นราธิวาส-ปัตตานี) พั้งลั้ง (จีน)

ส่วนที่ใช้ ต้นและราก , ใบสด

สารที่พบ สารกลุ่ม anthocyanin

**คุณสมบัติ**

ต้นและราก

1. ใช้เป็นยาขับปัสสาวะ แก้กระษัย แก้เบาหวาน

ใบสด

1. ตำพอกโรคผิวหนัง
2. รักษาโรคหืด
3. น้ำใบเตย ใช้เป็นยาบำรุงหัวใจ ให้ชุ่มชื้น
4. ใช้ผสมอาหาร แต่งกลิ่น แต่งสีขนม สีเขียว

**2.** มะกรูด *Citrus hystrix DC.*( รุ่งรัตน์, 2540)

เป็นได้ทั้งพืชเครื่องเทศและสมุนไพร

ชื่อท้องถิ่น มะขุน มะขูด (ภาคเหนือ) มะหูด (หนองคาย) ส้มกรูด ส้มมั่วผี (ภาคใต้) โกรยเซียด (เขมร) มะขู (กะเหรี่ยง-แม่ฮ่องสอน)

ส่วนที่ใช้ ผล ผิวของผลและใบ

สารที่พบ กรด Citric อยู่ในน้ำของผลมะกรูด และน้ำมันหอมระเหย Citronellal ที่พบในผิวของผลและพบที่ใบและดอก

**คุณสมบัติ**

1. ใช้เป็นยาหรือส่วนผสมของยาต่างๆ คือ น้ำในผลแก้อาการท้องอืด ช่วยให้เจริญอาหาร น้ำมะกรูดใช้ดองยา เพื่อใช้ฟอกเลือดและบำรุงโลหิตสตรี เนื้อของผลใช้เป็นยาแก้อาการปวดศรีษะ ใบมะกรูดใช้เป็นยาขับลมในลำไส้ แก้จุกเสียด
2. ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องหอมและเครื่องสำอางต่างๆ
3. กรด Citric ช่วยขจัดคราบสบู่(ด่าง) ที่หลงเหลืออยู่
4. ใช้ปรุงแต่งกลิ่นรสอาหาร ใช้ดับกลิ่นคาวของอาหาร ใช้เป็นส่วนผสมในเครื่องแกงต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**3. ตะไคร้** *Cymbopogon citrates* (DC. Ex. Ness) Stapf. ( รุ่งรัตน์, 2540)

เป็นได้ทั้งพืชเครื่องเทศและสมุนไพร

ชื่อท้องถิ่น คาหอม (ฉาน, เงี้ยว-แม่ฮ่องสอน) ไคร (ใต้, มาเลย์) จะไคร (ภาคเหนือ) เชิดเกย, เสลอะเกรย (เขมร-สุรินทร์) ห่อวอตะโป (กะเหรี่ยง-แม่ฮ่องสอน) หัวสิงไค (เขมร-ปราจีนบุรี)

ส่วนที่ใช้ ราก ลำต้น ใบ เหง้า

สารที่พบ น้ำมันหอมระเหย มีประมาณ 0.16% น้ำมันหอมระเหย เช่น citral eugenol, geraniol, linalool, camphor

**คุณสมบัติ**

1. แก้ท้องอืด ท้องเฟ้อ แน่นจุกเสียด ขับลม แก้อาการเกร็งและขับเหงื่อ
2. เป็นยาขับปัสสาวะ แก้นิ่ว แก้ปัสสาวะพิการ แก้ปัสสาวะเป็นเลือด
3. ลดความดันโลหิตสูง
4. ใช้เป็นแต่งกลิ่นรสอาหาร ใช้ดับกลิ่นคาวของอาหาร ใช้เป็นส่วนผสมในเครื่องแกงต่างๆ

**4. ส้มเขียวหวาน** *Citrus reticulate*

ชื่อท้องถิ่น ส้มแป้นขี้ม้า ส้มแป้นกระดาน ส้มแก้วโบราณ ส้มแสงทอง ส้มตรังกานู ส้มจันทรบูร (กรุงเทพฯ) ส้มเชียงตุง มะจุก มะขาง มะขุน (เหนือ) มะบาง มะเชียว (เชียงใหม่) ลีมายือโบ ลีมาจีนา (มาเลย์-ใต้) (สถาบันการแพทย์แผนไทย, 2547)

**คุณสมบัติ**

1. ยับยั้งเชื้อจุลินทรย์
2. บรรเทาอาการชักกระตุก, ท้องเฟ้อ, สะอึก,อาหารไม่ย่อยและท้องเสีย, ช่วยขับลม,
3. ทำให้จิตใจสงบ, เพิ่มพละกำลัง บรรเทาความกังวล, ซึมเศร้า, นอนไม่หลับ, และความเครียด(http://www.nco-project.com)

**5. แก้วมังกร** *Hylocercus undatus (Haw)* Brit & Rose (สุรพงษ์, 2545)

ชื่อท้องถิ่น ผลมังกร หรือ ธานห์ ลอง (เวียดนาม), สกราเนียะ (เขมร)

**คุณสมบัติ**

1. ผลแก้วมังกรมีคุณค่าทางอาหาร โดยเฉพาะอุดมไปด้วยแร่ธาตุต่างๆ เช่น ความหวาน (ของแข็งที่ละลายน้ำได้), น้ำตาลรีดิวซิง, น้ำตาลรวม, กรดอินทรีย์, เส้นใย, โพแทสเซียม, ฟอสฟอรัส, แคลเซียม, แมกนีเซียม และวิตามินซี เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เปลือกแก้วมังกร มีกลุ่มรงควัตถุบีทาเลน(Betalain) คือบีทาไซยานิน(Betacyanin) ซึ่งเป็นกลุ่มของรงควัตถุที่ให้สีแดง บีทาเลนยังไม่มีการนำไปใช้ทางการแพทย์อย่างกว้างขวางนัก แต่โดยทั่วไปแล้วบีทาเลนจะมีสมบัติในการต่อต้านเชื้อไวรัสและจุลินทรีย์ (http://www.centerresort.com)

**2.3 อนุมูลอิสระ(free radical)**

อนุมูลอิสระ (free radical) คือ โมเลกุลที่สูญเสียอิเลคตรอนหรือรับอิเลคตรอนเพิ่มขึ้น ตามปกติอิเลคตรอนจะอยู่เป็นคู่ หากอิเลคตรอนขาดคู่จะทำให้โมเลกุลไม่เสถียรและทำให้สารนั้นมีคุณสมบัติเป็น oxidizing agent ที่ไวต่อปฏิกริยามากและจะดึงอิเลคตรอนจากสารอื่นมาไว้ให้เป็นคู่ หรือให้อิเลคตรอนโดดเดี่ยวแก่สารอื่นเพื่อทำให้อะตอมหรือโมเลกุลมีความเสถียรอยู่ได้ (www.greenlife.co.th/resources_th_05.html)

**2.4 ปฏิกิริยาการเกิดอนุมูลอิสระ**

ปฏิกิริยาการเกิดอนุมูลอิสระจัดเป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ (free radical reaction) ซึ่งมีกลไกในการเกิดปฏิกิริยา 3 ขั้นตอน (อัญชนา, 2544) คือ

ขั้นตอนที่ 1 เรียกว่า initiation step เป็นขั้นตอนที่ทำให้เกิดอนุมูลอิสระ

$$RH \rightarrow R^{\circ}$$

ขั้นตอนที่ 2 เรียกว่า propagation step เป็นขั้นตอนที่อนุมูลอิสระถูกเปลี่ยนไปเป็นอนุมูลตัวอื่นๆ เป็นแบบปฏิกิริยาลูกโซ่

$$RH + R^{\circ} \rightarrow R^{\circ} + RH$$

$$R^{\circ} + O_2 \rightarrow ROO^{\circ}$$

$$ROO^{\circ} + RH \rightarrow ROOH + R^{\circ}$$

ขั้นตอนที่ 3 เรียกว่า termination step เป็นขั้นตอนที่มีการรวมกันของอนุมูลอิสระ 2 อนุมูล ได้เป็นสารที่มีความเสถียร

$$ROO^{\circ} + ROO^{\circ} \rightarrow ROOH + O_2$$

$$ROO^{\circ} + R^{\circ} \rightarrow ROOR$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.5 สารต้านอนุมูลอิสระ(antioxidant)** (โอภา, 2549)

สารต้านอนุมูลอิสระเป็นสารที่สามารถทำปฏิกิริยากับอนุมูลอิสระโดยตรง เพื่อกำจัดอนุมูลอิสระหมดไป หรือ หยุดปฏิกิริยาลูกโซ่ไม่ให้ดำเนินต่อสารขจัดอนุมูลอิสระที่มีอยู่ในธรรมชาติ เช่น กรดยูริค บิลิรูบิน จะกำจัดอนุมูล ส่วนวิตามินซี วิตามินอี กลูตาไทโอน เบตาแคโรทีน และยูบิควิโนน จะหยุดปฏิกิริยาของการเกิดอนุมูล สารต้านอนุมูลอิสระประเภทหลังมีบทบาทสำคัญในการทำให้ออกซิเดชันของไขมันสิ้นสุดลง สารต้านอนุมูลอิสระที่กล่าวมามีโครงสร้างเคมีและฤทธิ์ต้านออกซิเดชันที่แตกต่างกัน เช่น วิตามินอี มีโครงสร้างเคมีที่ละลายไขมันได้ดี ดังนั้นจึงสามารถเข้าไปออกฤทธิ์ที่ผนังเซลล์ได้ วิตามินอีจัดเป็นสารต้านอนุมูลที่มีฤทธิ์แรงสามารถหยุดปฏิกิริยาลูกโซ่ได้ วิตามินอีจะทำปฏิกิริยาขจัดอนุมูลลิพิดเปอร์ออกซีและได้เป็นอนุมูลวิตามินอี เป็นอนุมูลที่มีความไวต่ำ ทำให้ไม่สามารถเกิดลิพิดเปอร์ออกซิเดชันต่อไปได้

สารต้านอนุมูลในอุดมคติควรมีคุณสมบัติ ดังนี้ (ก) มีความเฉพาะเจาะจงสูงในการเข้าจับอนุมูลอิสระโดยตรงและกำจัดอนุมูลอิสระให้หมดสิ้นไป (ข) สามารถเกิดทำปฏิกิริยาคีเลทกับโลหะได้ (ค) เป็นสารต้านออกซิเดชัน และ (ง) ไม่มีผลกระทบต่อการแสดงออกของยีนส์

นอกจากนี้ยังมีเกณฑ์ที่สำคัญอื่นๆที่ใช้บ่งชี้ถึงความเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ดี ได้แก่ ความสามารถในการถูกดูดซึมหรือส่งผ่านเข้าสู่ทั้งเซลล์ภายในเซลล์ ภายนอกเซลล์ และที่เนื้อเยื่อต่างๆ โดยมีความเพียงพอที่สามารถออกฤทธิ์ได้ โดยในอาหาร เช่น ผลไม้ ผัก และสมุนไพร ที่มีสารโพลีฟีนอลเป็นองค์ประกอบสำคัญจะมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ กรดคาเฟอิคในกาแฟ resveratrol ในไวน์แดง เคอร์คูมินในขมิ้น แคปไซซินในพริกขี้หนู

นอกจากสารโพลีฟีนอลแล้ว สารฟลาโนยด์ (flavonoid) ที่พบในพืชต่างๆ มากกว่า 5000 ชนิด ซึ่งแบ่งเป็นประเภทได้อย่างน้อย 10 กลุ่มในทางเคมี สารฟลาโวนอยด์ ที่มีการศึกษากันอย่างกว้างขวาง ได้แก่ เคอร์ซิติน(quercetin) และคาร์ทิชิน(catechin) เป็นต้น

สารต้านอนุมูลอิสระแบ่งตามการสังเคราะห์ได้เป็น สารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติ (natural antioxidant) และสารต้านอนุมูลอิสระจากการสังเคราะห์ (synthetic antioxidant) ( ปาริฉัตตก์ . 2546 )

**2.5.1 สารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติ (natural antioxidant)**

<u>เอนไซม์ที่สร้างได้ในเซลล์ร่างกาย</u>

- ซุปเปอร์ออกซิเดส ดิสมิวเตส ( Superoxidase Dysmutase หรือ SOD ) เป็นเอนไซม์ที่พบมากในไมโทคอนเดรีย ทำหน้าเปลี่ยนไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ให้เป็นน้ำกับออกซิเจน เอนไซม์นี้สามารถพบในอาหาร ได้แก่ ในเมล็ดที่กำลังงอก เช่น ถั่วงอกหัวโต ถั่วงอก เป็นต้น แต่ปริมาณเอนไซม์จะถูกทำลายในระหว่างการให้ความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- คาตาเลส (Catalase) เป็นเอนไซม์ที่สามารถสกัดกั้นและทำลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

- กลูตาไธโอน เปอร์ออกซิเดส (Glutathione Peroxidase) เป็นเอนไซม์ที่ทำงานร่วมกับเซเลเนียมเพื่อสะเทินอนุมูลอิสระ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเลนส์ตา ดังนั้นจึงสามารถชะลอการเกิดต้อกระจกได้ เอนไซม์ชนิดนี้สามารถพบในพืชตระกูลกะหล่ำ ( กะหล่ำปลี กะหล่ำดอก กะหล่ำม่วง กะหล่ำรูปหัวใจ กะหล่ำใบหยิก บร็อคโคลี เป็นต้น)

<u>วิตามิน</u>

- วิตามินอี เป็นเมล็ดที่พบในเมล็ดธัญพืชทุกชนิด เช่น ในข้าววกล้อง ถั่วทุกชนิด จมูกข้าวและข้าว

- วิตามินซี มีมากในผักสดและผลไม้สด

<u>แร่ธาตุ</u>

- เซเลเนียม (Selenium) เป็น โคเอนไซม์ (Coenzyme) ของเบตาแคโรทีน วิตามินซีและอี ซึ่งหมายถึงว่า เบต้าแคโรทีน วิมินซีและวิตามินอีจะทำงานร่วมกับเซเลเนียม กำจัดอนุมูลอิสระ

<u>สารเคมีจากพืช (Phytochemicals)</u>

เป็นสารเคมีจากพืชและสารอาหาร เช่น แคโรทีน ไลคปีน แซนโธฟิลล์ ''ทนนิน และสารประกอบโพลีฟีนอล

สารประกอบโพลีฟีนอล ทำหน้าที่กำจัดอนุมูลอิสระและไอออนของโลหะที่สามารถเร่งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันและโมเลกุลอื่นๆ ด้วยการให้อะตอมไฮโดรเจนแก่อนุมูลอิสระไปแล้ว อนุมูลอิสระของสารประกอบฟีนอลจะค่อนข้างมีเสถียรภาพ ดังนั้นจึงไม่สามารถทำปฏิกิริยากับโมเลกุลอื่นต่อไป ดังนั้นจึงมีรายงานว่าสารสารประกอบโพลีฟีนอลสามารถป้องกันโรคต่างที่เกิดจากอนุมูลอิสระ โดยเฉพาะโรคหัวใจ และมะเร็ง แต่ความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของสารประกอบฟีนอลยังขึ้นอยู่กับระบบแอนตี้ออกซิ-แดนท์ด้วย ดังนั้นการศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติดังกล่าวจึงจำเป็นต้องระบุรายละเอียดให้ชัดเจน

สารประกอบโพลีฟีนอลมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ สามารถพบได้ในส่วนต่างๆ ของพืช เช่น เมล็ด ได้แก่ ถั่วเหลือง ถั่วลิสง เมล็ดฝ้าย มัสตาร์ด ข้าวและงา ผล ได้แก่ องุ่น ส้ม พริกไทยดำ และโอลีฟ ใบ ได้แก่ ชา และ เครื่องเทศต่างๆ และส่วนอื่นๆ ได้แก่ หัวหอม และมันเทศ (วริฎฐา และสุพัตรา, 2546)

<u>แหล่งน้ำมันพืช</u>

- Tocopherols (Vitamin E) จะพบมาในน้ำมันปาล์ม น้ำมันถั่วเหลือง ซอสถั่วเหลือง และพบในพืชมากว่าสัตว์ เป็นสารประเภทที่ละลายได้น้ำมัน ปัจจุบันมีการใช้สารต้านอนุมูลอิสระชนิดนี้อย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมอาหาร Tocopherols ในธรรมชาติพบอยู่ 4 รูปคือ $\alpha$,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$\beta, \gamma, \sigma$ tocopherols แต่ละโครงสร้างแตกต่างกันที่ตำแหน่งของกลุ่ม methyl ที่ aromatic ring จะมี phenolic hydroxyl ซึ่งเป็นส่วนสำคัญของการเกิดปฏิกริยา มีกลไกการป้องกันการเกิดปฏิกิริยาเติมออกซิเจนของไขมันเหมือนกับสารต้านอนุมูลอิสระจากการสังเคราะห์ การหยุดปฏิกริยาลูกโซ่ของอนุมูลอิสระสามารถเกิดได้โดยการให้ไฮโดรเจนอะตอมแก่ Hydroperoxyl radical ซึ่งอนุพันธ์ของ tocopherols radical มีความคงตัวทำให้ไม่เกิดปฏิกริยาลูกโซ่ $\alpha$ - tocopherols จะมีปริมาณสูงในน้ำมันพืช

- Hydroxytyrosol และ Caffeic acid เป็นสารสกัดได้จากน้ำมันมะกอกบริสุทธิ์ สารทั้ง 2 ชนิดนี้สามารถป้องกันการเกิดปฏิกิริยาการเติมออกซิเจนของน้ำมันมะกอกบริสุทธิ์สูงกว่า บิวทีเลทเตด

ไฮดรอกซีโทลูอีน (butylated hydroxytoluene หรือ BHT)

- Phytic acid พบมากในพืช เช่น พืชตระกูลถั่ว พืชน้ำมัน ธัญพืช เป็นสารที่สามารถเกิดการฟอร์ม chelate กับเหล็ก เป็นการป้องกันไม่ให้เหล็กซึ่งเป็นตัวเร่งการเกิด Hydroperoxyl radical ที่เร่งเกิดปฏิกิริยาการเติมออกซิเจนของไขมันและน้ำมันในน้ำที่มีลักษณะเป็นอิมัลชั่น (emulsion)

- Ferulate พบในน้ำมันรำดิบซึ่งใช้ได้ดีในน้ำมันพืช

<u>แหล่งเครื่องเทศและพืชสมุนไพร</u>

ส่วนใหญ่เป็นพวกที่ให้กลิ่นรสและเป็นสารต้านอนุมูลอิสระในตัวได้แก่ กานพลู อบเชย โรสแมรี่(rosemary) , ออริกาโน(oregano) ,ลูกจันทน์ , ออลสไปซ์ (allspice) ซึ่งป้องกันปฏิกิริยาหืนและเสริมสารกันหืนเมื่อใช้ร่วมกับบิวทีเลทเตดไฮดรอกซีโทลูอีน (butylated hydroxytoluene หรือ BHT)

-โรสแมรี่ สารสกัดจากพืชนี้เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีคุณภาพสูง ประกอบด้วยสาร rosmanol , rosmaridiphenol, rosmariquinone, rosmarinic acid และ carnosol ซึ่งสามารถป้องกันเทียบเท่าหรือสูงกว่าบิวทีเลทเตด ไฮดรอกซีอนิโซล(butylated hydroxyanisol หรือ BHA) และพบว่าเมื่อใช้ร่วมกับ sodium tripolyphosphate จะช่วยป้องกันการหืนของเนื้อที่ใช้ทำสเต็คได้ดี

- ฟลาโวนอยด์ (flavoniods) เช่น qurecitin มักพบในพืช

สารฟลาโวนอยด์พบอยู่ทั่วไปในพืชที่มีสีเขียว และพบในส่วนพืชทั่วไป ไม่ว่าจะเป็นราก เนื้อไม้ เปลือกต้น ดอก ผล หรือ เมล็ด ในสัตว์สามารถพบได้บ้าง โดยเชื่อว่ามาจากพืชที่บริโภคเข้าไปมากกว่าการเกิดชีวสังเคราะห์ในร่างกายของสัตว์เอง ฟลาโวนอยด์จัดเป็นสารสำคัญของกลุ่มโพลีฟีนอล มีสูตรโครงสร้างหลัก เป็นฟลาแวน (flavan) หรือ 2-ฟีนิลเบนโซไพแรน (2-phenylbenzopyran) ประกอบด้วยคาร์บอน 15 อะตอม เรียงกันเป็นระบบ $C_6C_3C_6$ โดยมีวงเบนซีน 2 วง จับกันด้วยคาร์บอน 3 อะตอม ซึ่งอาจจัดเรียงเกิดเป็นวงที่ 3 ทำให้โครงสร้างหลักที่ได้เหมือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างหลักของวิตามินอี ที่เป็นโครงสร้างแบบโครแมน (chroman) หรือ เบนโซไพแรน (benzopyran) ดังแสดงในรูปที่ (ปรีชา , 2549)

สารกลุ่มฟลาโวนอยด์ แบ่งเป็นกลุ่มย่อยได้หลายกลุ่ม ตามความแตกต่างของสูตรโครงสร้าง โดยเฉพาะที่วงซี ซึ่งเป็นวงที่มีอะตอมออกซิเจนอยู่ในรูปแบบต่างๆ เช่น อีเทอร์ คีโตน รวมทั้งการมีหมู่ไฮดรอกซีแทนที่บนวงอะโรมาติก ในโมเลกุล ตัวอย่างของสารในกลุ่มฟลาโวนอยด์ ได้แก่

ฟลาแวน (flavances) ฟลาโวโนน (flavanones) ฟลาโวนอล (flavanols) ฟลาโวน (flavones) เป็นต้น (ปรีชา , 2549)

**ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา**

สารในกลุ่มฟลาโวนอยด์ นอกจากจะเป็นสารที่ทำให้ดอกหรือผลมีสีสวย เช่น สีเหลือง ชมพู แดง ฟ้า หรือ ม่วง แล้ว มีรายงานการศึกษามากมายยืนยันถึงฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของสารฟลาโวนอยด์ ที่ใช้ในการป้องกันและรักษาโรคต่างๆ เช่น โรคเกี่ยวกับหัวใจและหลอดเลือด ฤทธิ์ต้านมะเร็ง การต้านแบคทีเรีย ต้านการอักเสบ ต้านแพ้ ต้านไวรัส เป็นต้น ซึ่งพบว่า คุณสมบัติเหล่านี้มีความสัมพันธ์กับคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ของสารฟลาโวนอยด์ (ปรีชา , 2549)

สำหรับกลไกในการต้านอนุมูลอิสระของสารฟลาโวนอยด์นั้น มีการรายงานการศึกษาอย่างกว้างขวางทางฤทธิ์ในสารละลายน้ำ และฤทธิ์ในลิพิด อย่างไรก็ตาม กลไกหลักในการออกฤทธิ์ของสารกลุ่มนี้ รวมถึงกลุ่มโพลีฟีนอลอื่นๆ มี 3 กลไก คือ (ปรีชา , 2549)

**1. เป็นสารคีเลต (chelating agent)** โดยเฉพาะสารโพลีฟีนอลที่มีโครงสร้างเป็นออร์โธไดไฮดรอกซีฟีนอลิก ทำหน้าที่จับหรือฟอร์มพันธะโคออร์ดิเนตกับโลหะหนัก เช่น ทองแดง และเหล็ก ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการกระตุ้นการสร้าง รวมทั้งปฏิกิริยาลูกโซ่ของอนุมูลอิสระ(ปรีชา , 2549)

**2. เป็นสารต้านออกซิเดชันโดยหยุดปฏิกิริยาลูกโซ่ (chain breaking antioxidant)** ในการยับยั้งหรือขจัดอนุมูลอิสระ เช่น lipid alkoxyl และ peroxyl radicals เป็นต้น โดยทำหน้าที่เป็นตัวให้ไฮโดรเจนแก่อนุมูลเหล่านั้น ดังแสดงในปฏิกิริยา (1) หลังจากที่ฟลาโวนอยด์ถูกออกซิไดส์แล้วจะได้อนุมูลของฟลาโวนอยด์ฟนอกซิลเป็นผลิตผล และอนุมูลที่ได้นี้มีความเสถียรมากกว่า เนื่องจากโครงสร้างของฟลาโวนอยด์มีการ delocalize ของอิเลคตรอนตลอดเวลา ดังนั้น จากรายงานการศึกษาฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของฟลาโวนอยด์ จะพบว่า ฟลาโวนอยด์ที่มีโครงสร้างซึ่งทำให้เกิดการ delocalization ของอิเลคตรอนดี จะมีฤทธิ์ดีกว่า (ปรีชา , 2549)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**3. ทำหน้าที่ regenerate วิตามินอี ( α-tocopherol)** โดยจะรีดิวส์อนุมูล α–tocopheroxyl กลับเป็น α–tocopherol เหมือนเดิม ทำให้สามารถทำหน้าที่เป็น antioxidant ได้ต่อไป (ปรีชา , 2549)

- วานิลิน (vanillin) ซึ่งได้จากวานิลา

- ชา มีสิทธิบัตรเกี่ยวกับการสกัดสารต้านอนุมูลอิสระจากชา ซึ่งละลายได้ในน้ำมัน ไม่มีกลิ่น และมีประสิทธิภาพสูงมาก (ปาริฉัตตก์, 2546 )

**2.5.2 สารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ (synthetic antioxidant)**

สารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ที่นิยมใช้กันมาก ได้แก่ บิวทีเลทเตดไฮดรอกซีอนิโซล (butylated hydroxyanisol หรือ BHA), บิวทีเลทเตดไฮดรอกซีโทลูอีน (butylated hydroxytoluene หรือ BHT), เทอทีอารีบิวทิลไฮโดรควิโนน (tertiary butyllhydroquinone หรือ TBHQ) และโพรพิลแกลเลต (propyl gallate หรือ PG) หลายประเทศอนุญาตให้ใช้สารต้านอนุมูลอิสระเหล่านี้กับไขมันและน้ำมันในปริมาณความเข้มข้นต่างๆกัน

- BHA ใช้ได้ดีกับผลิตภัณฑ์อาหารทอดและอบเมื่อใช้สารร่วมกับ BHA, PG หรือ TBHQ จะช่วยเสริมให้มีคุณสมบัติการต้านทานอนุมูลอิสระได้สูงกว่าการใช้ชนิดเดียว โดยเฉพาะ BHA ผสมกับBHT ละลายในน้ำมันพืชใช้ป้องกันการหืนได้ดีในไขมันสัตว์ อย่างไรก็ตาม การทดลอง BHAเกินปริมาณที่ FDA กำหนดในสัตว์ทดลองอาจมีอันตรายทำให้เกิดสารก่อมะเร็งและเนื้องอก ดังนั้นจึงนิยมใช้ BHT แทน เพราะยังไม่มีรายงานเกี่ยวกับอันตรายของ BHT

- BHT ใช้ได้ดีพอสมควรในอาหารทอด อบและสามารถใช้ร่วมกับ BHA, PG หรือ TBHQ ได้

-TBHQ ใช้ได้ดีกับผลิตภัณฑ์ที่ทอดแล้ว แต่ใช้ไม่ได้ผลกับผลิตภัณฑ์อาหารหลังจากอบแล้ว โดยใช้ผสมกับกรดซิตริกใน propylene glycol ป้องกันการหืนในน้ำมันพืชในอาหารที่ทอดในน้ำมันพืช เช่น มันฝรั่งทอด กฎหมายอนุญาตให้ใช้ร่วมกับ BHA หรือ BHT เท่านั้น ในประเทศแคนาดาไม่อนุญาตให้ใช้สารชนิดนี้ เพราะยังไม่แน่ใจความปลอดภัยของสารต้านอนุมูลอิสระชนิดนี้

- PG ใช้กับไขมันสัตว์ ได้ดี แต่จะเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนกับโลหะทำให้เกิดสีดำหรือม่วงเข้ม ซึ่งจะป้องกันได้โดยเติมสารพวก chelating ลงไปเพื่อไปรวมกับไอออนของโลหะ เช่น เหล็ก ทองแดง สารพวกนี้ได้แก่กรดซิตริก กรดแอสคอร์บิคและเลซิทิน เมื่อใช้ PG ร่วมกับ BHA และ BHT ให้ได้ผลในการป้องกันการหืนได้ดีแต่ไม่สามารถใช้ร่วมกับ TBHQ ได้ (ปาริฉัตตก์, 2546 )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.6 กลไกการต้านอนุมูลอิสระ

สารต้านอนุมูลอิสระทำลายอนุมูลอิสระ โดยการให้หรือรับอิเล็กตรอนกับอนุมูลอิสระทำให้ปฏิกิริยาลูกโซ่สิ้นสุดลง โดยสารต้านอนุมูลอิสระเองไม่เปลี่ยนเป็นอนุมูลอิสระเนื่องจากสารเหล่านี้มีความคงตัวทั้งในรูปอิเล็กตรอนครบและอิเล็กตรอนและอิเล็กตรอนขาดหรือเกิน

กลไกการต้านอนุมูลอิสระแบ่งได้เป็น 2 กลไก (http://www.pharm.swu.ac.th) ตามลักษณะการออกฤทธิ์ของสารต้านอนุมูลอิสระ

**2.6.1 ฤทธิ์การป้องกันอนุมูลอิสระ (preventive antioxidant activity)**

สารต้านอนุมูลอิสระประเภทนี้ออกฤทธิ์ป้องกันไม่ให้เกิดอนุมูลในขั้นตอนเริ่มต้น (initiation) โดยการยับยั้งไม่ให้เกิดอนุมูลเหนี่ยวนำให้เกิดอนุมูลอิสระ เช่น ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ การจับโลหะทรานสิชัน (metal transition) สารต้านอนุมูลอิสระในกลุ่มนี้ได้แก่ เอนไซม์ และโปรตีนในร่างกายที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ เช่น catalase (CAT) , Glutathione (GSH) รวมทั้งวิตามินอีและสารกลุ่มแคโรทีน

**2.6.2 ฤทธิ์การกำจัดอนุมูลอิสระ (free radical scavenging antioxidant activity)**

สารต้านอนุมูลอิสระในกลุ่มนี้ออกฤทธิ์กำจัดอนุมูลอิสระ โดยการยับยั้งปฏิกิริยาลูกโซ่เริ่มต้น (chain initiation) และทำลายปฏิกิริยาลูกโซ่ขั้นเพิ่มจำนวนอนุมูลอิสระ (chain propagation) สารในกลุ่มนี้ ได้แก่ วิตามินอี , แอลบูมิน , Ubiquinol (CoQ 10) , แคโรทีนอยด์และฟลาโวนอยด์ จะเห็นได้ว่าอนุมูลอิสระในปริมาณมากเกินสมดุลในร่างกายก่อให้เกิดความเสียหายในร่างกาย มนุษย์มีสารต้านอนุมูลอิสระที่ทำหน้าที่ควบคุมสมดุลของปริมาณอนุมูลอิสระ หากสูญเสียสมดุลระหว่างอนุมูลอิสระและสารต้านอนุมูลอิสระในร่างกายไป ร่างกายจำเป็นต้องได้รับสารต้านอนุมูลอิสระจากแหล่งภายนอกแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติส่วนหนึ่งได้จากอาหาร ผัก ผลไม้ที่รับประทานได้การศึกษาต้านอนุมูลอิสระในส่วนต่างๆของพืชชนิดต่างๆทำให้ได้แหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระมากขึ้น

## 2.7 ผลของสารต้านอนุมูลอิสระ

สารต้านอนุมูลอิสระมีหน้าที่หลายอย่าง(อัญชนา, 2544) ได้แก่

- ทำหน้าที่เป็นสารรีดิวซ์ (reducing agent)
- เป็นตัวทำลายอนุมูลอิสระจับกับไอออนโลหะที่เร่งให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน
- ยับยั้งการเกิดออกซิเจนในรูปที่ไวต่อการเกิดปฏิกิริยาซึ่งในขั้นที่ 1 หรือ initiation step ของปฏิกิริยาออกซิเดชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากหน้าที่ต่างๆดังที่กล่าวมานี้ อนุมูลอิสระจึงมีความสำคัญในการชะลอหรือยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาขั้นที่ 1 ของปฏิกิริยาออกซิเดชันหรือสามารถหยุดปฏิกิริยาลูกโซ่โดยการทำปฏิกิริยากับอนุมูล peroxyl เพื่อเป็นสารที่มีความเสถียร หรือให้เป็นสารที่ไม่ทำปฏิกิริยาออกซเดชันต่อไป หรือให้เป็นสารที่ไม่ใช่อนุมูลอิสระ (non-radical product)

โดยทั่วๆไป สารต้านอนุมูลอิสระแบ่งเป็น 5 ประเภทใหญ่ ดังนี้

**2.7.1 Primary antioxidant**

สารกลุ่มนี้ทำหน้าที่หยุดปฏิกิยาลูกโซ่ของการเกิดอนุมูลอิสระ ในปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน โดยทำหน้าที่เป็นตัวให้อิเลคตรอน ได้แก่ สารประกอบฟีนอลิค สารโทโคฟีรอลที่ได้จากธรรมชาติและสังเคราะห์ และสารสังเคราะห์ เช่น alkyl gallate , BHA , BHT และ TBHQ

**2.7.2 Oxygen scavenger**

สารกลุ่มนี้ทำปฏิกิริยากับออกซิเจน จึงเป็นการช่วยกำจัดออกซิเจนในระบบปิดได้ ซึ่งได้แก่ กรดแอสคอร์บิค หรือ วิตามินซี ascobyl palmitate erythorbic acid (isoascorbic acid) และsodium erythorbate

**2.7.3 Secondary antioxidant**

สารกลุ่มนี้ทำหน้าที่สลายโมเลกุลของ lipid hydroperoxide ให้เป็นสารที่มีความเสถียร ได้แก่ dilauryl thiopropionate และ thiopropionic acid เป็นต้น

**2.7.4 Enzymatic antioxidant**

เอนไซม์กลุ่มนี้ทำหน้าที่กำจัดออกซิเจนหรืออนุพันธ์ของออกซิเจนโดยเฉพาะไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ($H_2O_2$) ไดแก่ protease เป็นต้น

**2.7.5 Chelating agent หรือ Sequestrant**

สารกลุ่มนี้จะทำหน้าที่จับกับไอออนของโลหะ เช่น เหล็กและทองแดง ซึ่งเป็นไอออนที่ส่งเสริมและเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน ทำให้เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่เสถียร สารที่ทำหน้าที่จับกับไอออนของโลหะนี้ ได้แก่ กรดซิตริค กรดอะมิโน ethylenediaminetetra-acetic acid (EDTA) เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3
# วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

## 3.1 วัตถุดิบ

ตัวอย่างชา จำนวน 5 ชนิด จากสถานีวิจัยหลวงอ่างขาง มูลนิธิโครงการหลวง อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ได้แก่ หอมไก๋, ตังกุย, เจียวกู้หลาน, ก่อ และปู่เฒ่าลืมไม้เท้า

ตัวอย่างพืชที่ให้สีและกลิ่น จำนวน 5 ชนิด จากตลาดสดหัวตะเข้ (กรุงเทพฯ) ได้แก่ ใบเตย, ใบมะกรูด,ตะไคร้ ,เปลือกส้มสายน้ำผึ้ง และ เปลือกแก้วมังกร

## 3.2 อุปกรณ์ในการทดลอง

1. อุปกรณ์เครื่องแก้วต่างๆ
2. ตู้อบ (memmert)
3. เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง (HR-200 , A&D Company Limited , Japan)
4. Desiccators
5. Spectrophotometer (Genesys 10 vis)
6. Auto pipette
7. Vortex mixer
8. Water bath (memmert)

## 3.3 สารเคมี

1. Gallic acid
2. Folin-Ciocalteu's reagent (CARLO ERBA REAGENT)
3. Sodium carbonate anhydrous (CARLO ERBA REAGENT)
4. 2,2-Diphenyl-1-picryl-hydrazyl, approx.90% (SIGMA)
5. Ethanol
6. 2,4,6-Tris(2-pyridyl)-s-triazine, minimum 98% (SIGMA)
7. $FeCl_2$
8. Sodium chloride

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. Sodium acetate anhydrous (CARLO ERBA)
10. $FeSO_4.7H_2O$

**3.4 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง**

**1. การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสและความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันในน้ำชาสมุนไพร**

นำตัวอย่างชาสมุนไพรทั้ง 5 ชนิดมาแบ่งเป็น ส่วน ส่วนที่

**1.1 การเตรียมตัวอย่างน้ำชา**

ทำการชง โดยใช้อัตราส่วนชา 3 กรัมต่อน้ำร้อนอุณหภูมิประมาณ 90 องศาเซลเซียส 500 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 5 นาที แบ่งตัวอย่างเป็น 2 ส่วน นำส่วนที่ 1 ไปทำการทดสอบทางประสาทสัมผัส ดังข้อ 1.2 และ นำส่วนที่ 2 ไปทำการทดสอบความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน

**1.2 การวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัส**

นำตัวอย่างน้ำชามาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี, กลิ่น, รสและความชอบโดยรวม ด้วยวิธี 7 points hedonic scale (ภาคผนวก จ) โดยใช้ผู้ชิมจำนวน 30 คน (Randomized Complete Block Design : RCBD) เพื่อคัดเลือกให้ได้ชาสมุนไพรที่ได้รับการยอมรับสูงสุดจำนวน 2 ชนิด

**1.3 การวิเคราะห์ทางกายภาพและเคมี**

ทำการวิเคราะห์ชาสมุนไพรทั้ง 5 ชนิด วิเคราะห์ทางกายภาพและเคมีดังนี้

**1.3.1 การวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด (Singleton และคณะ 1999)**

การวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดจะใช้ Folin-Ciocalteu reagent ทำปฏิกิริยากับสารประกอบโพลีฟีนอลและติดตามสีน้ำเงินที่เกิดขึ้นโดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร ภายหลังจากตั้งทิ้งไว้ที่มืด ณ อุณหภูมิห้อง 10 นาที

นำน้ำชาที่ได้จากข้อ 1 มากรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 แล้วปิเปตน้ำชาที่กรองได้ปริมาตร 0.25 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลองขนาด 15 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 4.75 มิลลิลิตร และสารละลาย Folin-Ciocalteu 0.25 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 5 นาที จากนั้นเติมสารละลาย $Na_2CO_3$ ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทิ้งไว้ที่มืด ณ อุณหภูมิห้อง 10 นาที นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร โดยใช้น้ำกลั่นแทนสารสกัดสำหรับ blank

นำค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) ของสารละลายตัวอย่างไปคำนวณหาปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดโดยใช้กราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก โดยใช้สารละลายมาตรฐานของกรดแกลลิกความเข้มข้น 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160 และ 180 ไมโครกรัม/ไมโครลิตร นำไปเขียนกราฟของสารละลายมาตรฐานเพื่อใช้ในการคำนวณปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด

**1.3.2 การหาความสามารถในการรีดิวซ์ทั้งหมด** (Benzie และ Strain, 1996)

โดยวิธี Ferric Reducing Antioxidant Potential โดยใช้ $FeSO_4.7H_2O$ เป็นสารมาตรฐาน นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 593 นาโนเมตร ภายหลังจากตั้งทิ้งไว้ที่มืด ณ อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 8 นาที คำนวณหาความสามารถในการรีดิวซ์ทั้งหมด โดยใช้กราฟมาตรฐานของสารละลาย $FeSO_4.7H_2O$

นำน้ำชามากรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 แล้วปิเปตน้ำชาที่กรองได้ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลองขนาด 15 มิลลิลิตร เติม FRAP Reagent 3.0 มิลลิลิตร นำไปเก็บในที่มืด ณ อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 8 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 593 นาโนเมตร โดยใช้น้ำกลั่นแทนสารสกัดสำหรับ blank

นำค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) ของสารละลายตัวอย่างไปคำนวณหาความสามารถในการรีดิวซ์ทั้งหมดโดยใช้กราฟมาตรฐานของ $FeSO_4.7H_2O$ โดยใช้สารละลายมาตรฐานของ $FeSO_4.7H_2O$ ช่วงความเข้มข้น 700-1300 ไมโครกรัม/ไมโครลิตร ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร นำไปเขียนกราฟของสารละลายมาตรฐานเพื่อใช้ในการคำนวณหาความสามารถในการรีดิวซ์ทั้งหมด

**1.3.3 การหาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ**

โดยวิธี DPPH free radical scavenging assay ที่ดัดแปลงจาก Brand-Williams และ คณะ (1995) โดยการวัดการลดจำนวนลงของอนุมูลอิสระ DPPH ที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร

นำน้ำชามากรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 แล้วนำน้ำชามาเจือจางด้วยเทานอล 4 ระดับ ปิเปตน้ำชาปริมาตร 1 มิลลิลิตรลงในหลอดทดลองขนาด 15 มิลลิลิตร แล้วเติม 3 มิลลิลิตรของสารละลาย DPPH (ความเข้มข้น 0.2 มิลลิโมล/เอธานอล 95 เปอร์เซ็นต์) ผสมให้เข้ากันโดยใช้ vortex จากนั้นตั้งทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร นำค่าการดูดกลืนแสงของชาสมุนไพรไปคำนวณหา % inhibiton ดังสมการ

$$\% \text{ inhibition} = [1 - (A_{sample} / A_{control})] \times 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
96659

โดย % inhibition หมายถึง ความสามารถในการยับยั้งสารต้านอนุมูลอิสระ

$A_{control}$ หมายถึง ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย DPPH

$A_{sample}$ หมายถึง ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างชาสมุนไพร

จากนั้นนำค่า % inhibition เขียนกราฟความสัมพันธ์กับปริมาณสารสกัดจากชาสมุนไพร เพื่อหาสมการความสัมพันธ์ และจุดตัดแกน Y ที่ 50 จะได้ค่า $EC_{50}$ (Effective Concentration)

**1.4 ปริมาณความชื้นในตัวอย่าง**

อบภาชนะใส่ตัวอย่าง (aluminum can) ในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถแก้ว (desiccators) จากนั้นชั่งน้ำหนัก aluminum can อย่างละเอียดด้วยเครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง แล้วนำตัวอย่างผักและผลไม้ประมาณ 2 กรัม ใส่ลงใน aluminum can ทำการชั่งอย่างละเอียด หลังจากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6-8 ชั่วโมง แล้วตั้งทิ้งไว้ให้เย็นในโถแก้ว (desiccators) ประมาณ 20 นาที นำออกมาชั่งน้ำหนักจนน้ำหนักคงที่ บันทึกผล แล้วคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นในผักและผลไม้ ดังสมการ

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักสด} - \text{น้ำหนักแห้ง}}{\text{น้ำหนักสด}} \times 100$$

**2. ชนิดและเปอร์เซ็นต์ที่เหมาะสมในการแต่งกลิ่นรสของชาสมุนไพร**

**2.1 การเตรียมตัวอย่างพืช**

นำตัวอย่างพืชจำนวน 5 ชนิด ได้แก่ ใบเตย, ใบมะกรูด, ตะไคร้, เปลือกส้มสายน้ำผึ้ง และ เปลือกแก้วมังกร มาทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อน (Tray dry) ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส จนตัวอย่างมีความชื้นต่ำกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ แล้วบรรจุตัวอย่างในถุงพลาสติก และนำไปเก็บไว้ที่มืด ณ อุณหภูมิห้อง นำตัวอย่างพืชที่ใช้ในการแต่งกลิ่นรสแต่ละชนิดมาบด

**2.2 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของชาสมุนไพรที่แต่งกลิ่นรสต่างๆ**

นำพืชจากข้อ มาผสมกับชาสมุนไพร ในอัตราส่วน พืช 1 ส่วนต่อชา 5 ส่วน นำไปเตรียมตัวอย่างน้ำชาดังข้อที่ 1.1 และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสเช่นเดียวกับข้อ 1.1 เพื่อคัดเลือกชาสมุนไพรผสมผงพืชที่ได้รับการยอมรับสูงที่สุดจำนวน 2 ชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.3 การหาเปอร์เซ็นต์ที่เหมาะสมในการแต่งกลิ่นรสของชาสมุนไพร**

นำตัวอย่างพืชที่คัดเลือกได้ทั้ง 2 ชนิดจากข้อ 2.2 มาปรับเปลี่ยนอัตราส่วนในชาสมุนไพร โดยกำหนดปริมาณ 5 ระดับ ทำการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสเช่นเดียวกับข้อ 1.1 และทางกายภาพและเคมีเช่นเดียวกับข้อ 1.2 เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในชาสมุนไพรแต่ละชนิด

**3. การทดสอบทางสถิติ**

นำข้อมูลที่ได้ มาวิเคราะห์ผลการคำนวณด้วย ANOVA และคำนวณค่าความแตกต่างของเฉลี่ยโดยใช้ Duncan multiple range test (DMRT) ด้วยโปรแกรม SPSS version 11.0



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 4
# ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

## 4.1 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของชา 6 ชนิด

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้ 7 points hedonic scale จากการให้คะแนนความชอบจากชอบมากที่สุด (7 คะแนน) ถึงไม่ชอบมากที่สุด (1 คะแนน) ในด้านสี, กลิ่น, รส และความชอบโดยรวม(ตารางที่ 1) ของชาสมุนไพร 5 ชนิด ได้แก่ ชาหอมไก๋, ชาตังกุยใบ, ชาเจียวกู้หลาน, ชาก่อ และชาปู่เฒ่าลืมไม้เท้าโดยผู้ชิม 30 คน เลือกชาที่ได้คะแนนการยอมรับ 2 ชนิด จากตารางที่ 1 พบว่า ชาทั้ง 5 ชนิด มีคะแนนความชอบด้านสีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยชาตังกุยมีคะแนนความชอบด้านสีสูงที่สุดและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่คะแนนความชอบด้านสีรองลงมา คือ ชาหอมไก๋, ชาก่อ และชาเจียวกู้หลาน แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และชาปู่เฒ่าลืมไม้เท้ามีคะแนนต่ำที่สุด ส่วนคะแนนความชอบด้านกลิ่นของชาก่อมีค่ามากที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับชาเจียวกู้หลาน รองลงมาได้แก่ชาหอมไก๋, ชาปู่เฒ่าลืมไม้เท้า และชาตังกุย แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างชาทั้ง 3 ในขณะที่คะแนนความชอบด้านรสไม่มีความแตกต่างกันในชาทั้ง 5 ชนิด เมื่อพิจารณาคะแนนความชอบโดยรวม พบว่า ชาเจียวกู้หลานมีคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างกับ ชาก่อ, ชาหอมไก๋, และชาปู่เฒ่าลืมไม้เท้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนชาตังกุยมีคะแนนความชอบโดยรวมต่ำที่สุด และแตกต่างอย่างมีนัยทางสถิติกับชาทั้ง 4 ชนิด

**ตารางที่ 1** แสดงผลทางประสาทสัมผัสของชาสมุนไพร

| ชา | สี | กลิ่น | รส$^{ns}$ | ความชอบโดยรวม |
|---|---|---|---|---|
| ชาหอมไก๋ | 4.43±1.55$^{b}$ | 3.77±1.85$^{b}$ | 3.37±1.63 | 3.97±1.50$^{ab}$ |
| ชาตังกุย | 5.53±1.50$^{a}$ | 3.03±1.38$^{b}$ | 3.23±1.63 | 3.27±1.29$^{b}$ |
| ชาเจียวกู้หลาน | 4.07±1.46$^{bc}$ | 4.87±1.41$^{a}$ | 4.00±1.44 | 4.30±1.24$^{a}$ |
| ชาก่อ | 4.30±1.42$^{b}$ | 5.00±1.26$^{a}$ | 3.93±1.48 | 4.03±1.38$^{a}$ |
| ชาปู่เฒ่าลืมไม้เท้า | 3.47±1.43$^{c}$ | 3.70±1.24$^{b}$ | 4.03±1.19 | 3.90±1.21$^{ab}$ |

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในชาทั้ง 5 ชนิด (ตารางที่ 1) สามารถเลือกชาเจียวกู้หลานและชาก่อมาทำการวิจัยต่อไป เนื่องจากได้คะแนนการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด แม้ว่าจะไม่มีความแตกต่างจากชาหอมไก๋และชาปู่เฒ่าลืมไม้เท้า แต่ได้รับคะแนนความชอบสูงที่สุดและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับชาชนิดอื่นๆ

**4.2 ปริมาณสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน ของชาสมุนไพร**

จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี FCR (มิลลิกรัมสมมูลย์กรดแกลลิกต่อกรัมตัวอย่าง) เพื่อหาปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดที่มีสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน (ตารางที่ 2) พบว่าชาทั้ง 6 ชนิดมีปริมาณสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยชาก่อมีปริมาณสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันสูงที่สุด (54.94 มิลลิกรัมต่อกรัมตัวอย่าง) ขณะที่ชาปู่เฒ่าลืมไม้เท้ามีปริมาณสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันต่ำที่สุด (1.24 มิลลิกรัมต่อกรัมตัวอย่าง) ส่วนการวิเคราะห์ปริมาณสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วย FRAP (มิลลิกรัมสมมูลย์เฟอร์ริกต่อกรัมตัวอย่าง) พบว่า ชาก่อมีค่า FRAP สูงที่สุด (312.64 มิลลิกรัมต่อกรัมตัวอย่าง) โดยที่ชาเจียวกู้หลานและชาปู่เฒ่าลืมไม้เท้า มีค่า FRAP ต่ำที่สุดโดยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เท่ากับ (8.41 และ 3.62 มิลลิกรัมต่อกรัมตัวอย่าง) ตามลำดับ นอกจากนี้การวิเคราะห์ค่า $EC_{50}$ (effective concentration) ซึ่งแสดงถึงปริมาณของสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันที่มีอยู่ในชาสมุนไพรในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH ลง 50 เปอร์เซนต์ หมายความว่า ถ้าค่า $EC_{50}$ มีค่ายิ่งต่ำลง ก็จะแสดงว่าความสามารถในการต้านออกซิเดชันของชาสมุนไพรชนิดนั้นยิ่งสูง พบว่า ชาก่อมีความสามารถในการต้านออกซิเดชันสูงที่สุด (0.03 มิลลิกรัม) ขณะที่ชาเจียวกู้หลานมีความสามารถในการออกซิเดชันต่ำที่สุด (9.10 มิลลิกรัม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 2** แสดงความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของชาสมุนไพรด้วยวิธีต่างๆ

| ชา | FCR* (mg/g) | FRAP** (mg/g) | $EC_{50}$***(mg) |
|---|---|---|---|
| หอมไก๋ | 4.34±0.03$^{c}$ | 21.21±1.47$^{b}$ | 1.45±0.04$^{b}$ |
| ตังกุย | 6.17±0.01$^{b}$ | 20.74±1.16$^{b}$ | 1.23±0.06$^{c}$ |
| เจียวกู้หลาน | 3.77±0.15$^{d}$ | 8.41±0.43$^{c}$ | 9.10±0.27$^{a}$ |
| ก่อ | 51.94±0.09$^{a}$ | 312.64±9.63$^{a}$ | 0.03±0.00$^{d}$ |
| ปู่เฒ่า | 1.24±0.02$^{c}$ | 3.62±0.12$^{c}$ | 1.50±0.08$^{b}$ |
| อู่หลง | 6.08±0.16 | 42.88±1.51 | 1.29±0.04 |

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

* มิลลิกรัมสมมูลย์กรดแกลลิกต่อกรัมตัวอย่าง

** มิลลิกรัม $Fe^{++}$ต่อกรัมตัวอย่าง

*** มิลลิกรัมตัวอย่าง

จากผลการทดลอง (ตารางที่ 2) พบว่า ชาก่อมีความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันสูงสุด ในการทดสอบความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันทั้ง 3 วิธี ในขณะที่ชาที่มีความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันต่ำสุดของแต่ละการทดสอบให้ผลที่ไม่เหมือนกัน ชาปู่เฒ่าลืมไม้เท้ามีความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันต่ำสุด

**4.3 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของชาเจียวกู้หลาน และชาก่อ กับพืช 5 ตัวอย่าง**

จากการทดลองแต่งกลิ่นรสของชาเจียวกู้หลานด้วยพืช ที่ผ่านการอบแห้งและบด 5 ชนิด ได้แก่ ใบเตย, ใบมะกรูด, ตะไคร้, เปลือกส้ม, และเปลือกแก้วมังกร โดยผสมพืชปริมาณ 16.7 เปอร์เซนต์ ลงในชาเจียวกู้หลาน แล้วทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี, กลิ่น, รส และความชอบโดยรวม จากตารางที่ 3 คะแนนความชอบด้านสีของชาเจียวกู้หลานเมื่อผสมใบมะกรูด, ตะไคร้และเปลือกส้ม มีค่าสูงและไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างชาผสมพืชทั้ง 3 ชนิด แต่มีความแตกต่างอย่างนัยสำคัญทางสถิติกับชาเจียวกู้หลานผสมใบเตยและเปลือกแก้วมังกร ส่วนคะแนนความชอบด้านกลิ่นของชาเจียวกู้หลานผสมใบเตยมีค่าสูงที่สุดและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่คะแนนความชอบด้านกลิ่นรองลงมาคือ ชาเจียวกู้หลานผสมเปลือกส้ม และเปลือกแก้วมังกร แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และชาเจียวกู้หลานผสมตะไคร้มีคะแนนต่ำที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชาเจียวกู้หลานผสมใบมะกรูด และเมื่อพิจารณาคะแนนความชอบโดยรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่า ชาเจียวกู้หลานผสมใบเตยมีคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชาเจียวกู้หลานผสมเปลือกแก้วมังกร ในขณะที่ชาเจียวกู้หลานผสมเปลือกแก้วมังกรก็ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับชาเจียวกู้หลานผสมเปลือกส้ม ส่วนชาเจียวกู้หลานผสมใบมะกรูด และตะไคร้ มีคะแนนความชอบโดยรวมต่ำ และไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

**ตารางที่ 3** แสดงผลทางประสาทสัมผัสของการแต่งกลิ่นรสของชาสมุนไพรเจียวกู้หลาน

| ชาเจียวกู้หลานผสมพืช | สี | กลิ่น | รส | ความชอบโดยรวม |
|---|---|---|---|---|
| ใบเตย | $4.10\pm1.50^{b}$ | $5.73\pm1.29^{a}$ | $4.67\pm1.30^{a}$ | $4.97\pm1.33^{a}$ |
| ใบมะกรูด | $5.13\pm1.04^{a}$ | $3.77\pm1.46^{c}$ | $3.03\pm1.40^{c}$ | $3.47\pm1.39^{c}$ |
| ตะไคร้ | $4.93\pm0.87^{a}$ | $3.60\pm1.40^{c}$ | $3.10\pm1.24^{c}$ | $3.47\pm1.31^{c}$ |
| เปลือกส้ม | $5.13\pm1.01^{a}$ | $4.50\pm1.53^{b}$ | $3.80\pm1.94^{b}$ | $4.30\pm1.44^{b}$ |
| เปลือกแก้วมังกร | $3.70\pm1.49^{b}$ | $4.43\pm1.46^{b}$ | $4.80\pm1.52^{a}$ | $4.73\pm1.31^{ab}$ |

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของชาเจียวกู้หลานผสมพืชจำนวน 5 ชนิด(ตารางที่ 3) สามารถเลือกชาเจียวกู้หลานผสมใบเตยมาทำการแต่งกลิ่นรสต่อไป เนื่องจากชาเจียวกู้หลานมีคะแนนการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด แม้ว่าชาเจียวกู้หลานผสมใบเตยจะมีคะแนนความชอบด้านรสและความชอบโดยรวมไม่มีความแตกต่างจากชาเจียวกู้หลานผสมเปลือกแก้วมังกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อพิจารณาคะแนนความชอบด้านกลิ่นพบว่า ชาเจียวกู้หลานผสมใบเตยมีคะแนนสูงกว่าชาเจียวกู้หลานผสมเปลือกแก้วมังกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

และจากการทดลองแต่งกลิ่นรสของชาก่อ โดยผสมพืชที่ผ่านการอบแห้งและบดทั้ง 5 ชนิด ได้แก่ ใบเตย, ใบมะกรูด, ตะไคร้, เปลือกส้ม, และเปลือกแก้วมังกร โดยผสมพืชปริมาณ 16.7 เปอร์เซ็นต์ ลงในชาก่อ (ตารางที่ 4) พบว่า ชาก่อผสมเปลือกแก้วมังกรมีคะแนนความชอบด้านสีมากที่สุดเนื่องจากในเปลือกแก้วมังกรมีกลุ่มรงควัตถุที่ให้สีแดงคือ บีทาไซยานิน (Betacyanin) แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชาก่อผสมตะไคร้, ใบมะกรูด และใบเตย ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการผสมเปลือกส้มในชาก่อได้คะแนนด้านสีต่ำที่สุด ในขณะที่คะแนนความชอบด้านกลิ่น พบว่า ชาก่อผสมใบเตยมีคะแนนความชอบด้านกลิ่นสูงที่สุดและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อพิจารณาคะแนนความชอบด้านรสและคะแนน

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความชอบโดยรวมพบว่า ชาก่อผสมใบเตยมีค่าสูงที่สุดแต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชาก่อผสมเปลือกแก้วมังกร คะแนนความชอบรองลงมาคือ ชาก่อผสมเปลือกส้ม,ใบมะกรูด และตะไคร้ แต่ระหว่างการผสมผงพืชทั้ง 3 ชนิดในชาก่อนั้นไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

**ตารางที่ 4** แสดงผลทางประสาทสัมผัสของการแต่งกลิ่นรสของชาสมุนไพรก่อ

| ชาก่อผสมพืช | สี | กลิ่น | รส | ความชอบโดยรวม |
|---|---|---|---|---|
| ใบเตย | $4.77\pm1.14^{ab}$ | $5.50\pm1.08^{a}$ | $4.37\pm1.57^{a}$ | $4.60\pm1.30^{a}$ |
| ใบมะกรูด | $4.90\pm1.06^{ab}$ | $4.23\pm1.46^{b}$ | $2.87\pm1.39^{b}$ | $3.33\pm1.24^{b}$ |
| ตะไคร้ | $4.90\pm1.19^{ab}$ | $3.87\pm1.43^{b}$ | $2.77\pm1.57^{b}$ | $3.33\pm1.49^{b}$ |
| เปลือกส้ม | $4.43\pm1.46^{b}$ | $4.00\pm1.41^{b}$ | $3.43\pm1.48^{b}$ | $3.67\pm1.18^{b}$ |
| เปลือกแก้วมังกร | $5.27\pm1.48^{a}$ | $4.53\pm1.22^{b}$ | $4.30\pm1.47^{a}$ | $4.53\pm1.31^{a}$ |

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในชาก่อผสมพืชจำนวน 5 ชนิด (ตารางที่ 4) แม้ว่าคะแนนความชอบด้านสีของชาก่อผสมพืชจะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่คะแนนความชอบด้านรสและความชอบโดยรวมของชาก่อผสมใบเตยและชาก่อผสมเปลือกแก้วมังกร มีค่ามากและไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นสามารถเลือกชาก่อผสมใบเตยและชาก่อผสมเปลือกแก้วมังกรมาทำการแต่งกลิ่นรสต่อไป

**4.4 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของชาเจียวกู้หลาน และชาก่อ กับ ใบเตย และ เปลือกแก้วมังกร ที่ปริมาณต่างๆกัน**

จากการทดลองแต่งกลิ่นรสของชาเจียวกู้หลานโดยผสมใบเตยที่ระดับ 0, 10, 15, 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากตารางที่ 5 พบว่า คะแนนความชอบด้านสีของชาเจียวกู้หลานผสมใบเตย 25 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชาเจียวกู้หลานผสมใบเตย 20 และ 15 เปอร์เซ็นต์ คะแนนความชอบด้านสีรองลงมา คือ ชาเจียวกู้หลานผสมใบเตย 10 และ 0เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่คะแนนความชอบด้านกลิ่นของชาเจียวกู้หลานผสมใบเตยทั้ง 5 ระดับ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อพิจารณาคะแนความชอบด้านรสและความชอบโดยรวมพบว่า ชาเจียวกู้หลานผสมใบเตย 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูง แต่ไม่มีความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชาเจียวกู้หลานผสมใบเตย 15 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ชาเจียวกู้หลานผสมใบเตย 0 และ 10 เปอร์เซ็นต์ มีคะแนนต่ำ แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชาเจียวกู้หลานผสมใบเตย 15 เปอร์เซ็นต์

**ตารางที่ 5** แสดงผลทางประสาทสัมผัสของการแต่งกลิ่นรสใบเตยในชาสมุนไพรเจียวกู้หลาน

| % ผงใบเตย | สี | กลิ่น$^{ns}$ | รส | ความชอบโดยรวม |
|---|---|---|---|---|
| 0% | 4.10±1.47$^{b}$ | 4.83±1.42 | 4.03±1.47$^{b}$ | 4.27±1.20$^{b}$ |
| 10% | 4.63±1.33$^{b}$ | 4.43±1.14 | 4.03±1.13$^{b}$ | 4.23±1.22$^{b}$ |
| 15% | 4.97±1.07$^{ab}$ | 4.80±0.96 | 4.63±1.35$^{ab}$ | 4.90±1.03$^{ab}$ |
| 20% | 5.13±1.20$^{ab}$ | 5.00±1.23 | 4.93±1.51$^{a}$ | 5.03±1.47$^{a}$ |
| 25% | 5.30±1.26$^{a}$ | 4.93±1.29 | 4.77±1.46$^{a}$ | 5.07±1.33$^{a}$ |

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของชาเจียวกู้หลานผสมใบเตยทั้ง 5 ระดับ (ตารางที่ 5) สามารถเลือกชาเจียวกู้หลานผสมใบเตย 15 เปอร์เซ็นต์ แม้ว่าจะไม่มีความแตกต่างจากชาเจียวกู้หลานผสมใบเตย 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากการผสมใบเตยเพียง 15 เปอร์เซ็นต์ ก็ได้คะแนนการยอมรับไม่แตกต่างจากชาเจียวกู้หลานที่ผสมใบเตยที่ได้คะแนนการยอมรับมากที่สุด

จากการทดลองปรับเปลี่ยนอัตราส่วนใบเตยที่ระดับ 0, 10, 15, 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในชาก่อ จากตารางที่ 6 เมื่อพิจารณาคะแนนความชอบด้านสีของชาก่อผสมใบเตย 15 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีคะแนนสูงที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชาก่อผสมใบเตย 20 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่คะแนนความชอบด้านสีรองลงมา ได้แก่ ชาก่อผสมใบเตย 25 และ 0 เปอร์เซ็นต์ ส่วนชาก่อผสมใบเตย 10 เปอร์เซ็นต์มีคะแนนต่ำที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชาก่อผสมใบเตย 25 และ 0 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่คะแนนความชอบด้านกลิ่นของชาก่อผสมใบเตย 25 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชาก่อผสมใบเตย 0, 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์ และชาก่อผสมใบเตย 10 เปอร์เซ็นต์ มีคะแนนต่ำที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างจากชาก่อผสมใบเตย 15 เปอร์เซ็นต์ ส่วนคะแนนความชอบด้านรสของชาก่อผสมใบเตย 25 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากชาก่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผสมใบเตย 15 เปอร์เซ็นต์ คะแนนความชอบด้านรสรองลงมา ได้แก่ ชาก่อผสมใบเตย 20, 0 และ 10 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างชาก่อผสมผงพืชทั้ง 3 ระดับ และเมื่อพิจารณาคะแนนความชอบโดยรวม พบว่า ชาก่อผสมใบเตย 25 เปอร์เซ็นต์มีคะแนนสูงที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชาก่อผสมใบเตย 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ชาก่อผสมใบเตย 0 เปอร์เซ็นต์ ได้คะแนนความชอบรองลงมา ในขณะที่ชาก่อผสมใบเตย 10 เปอร์เซ็นต์ มีคะแนนต่ำที่สุด

**ตารางที่ 6** แสดงผลทางประสาทสัมผัสของการแต่งกลิ่นรสใบเตยในชาสมุนไพรก่อ

| % ใบเตย | สี | กลิ่น | รส | ความชอบโดยรวม |
|---|---|---|---|---|
| 0% | $4.30\pm1.42^{bc}$ | $5.00\pm1.26^{a}$ | $3.93\pm1.48^{b}$ | $4.03\pm1.38^{bc}$ |
| 10% | $4.13\pm1.25^{c}$ | $4.17\pm1.05^{b}$ | $3.80\pm1.22^{b}$ | $3.90\pm1.03^{c}$ |
| 15% | $5.33\pm0.88^{a}$ | $4.67\pm1.09^{ab}$ | $4.43\pm1.36^{ab}$ | $4.83\pm1.26^{a}$ |
| 20% | $4.90\pm1.16^{ab}$ | $4.80\pm1.10^{a}$ | $4.20\pm1.22^{b}$ | $4.57\pm1.14^{ab}$ |
| 25% | $4.60\pm1.28^{bc}$ | $5.03\pm1.10^{a}$ | $4.90\pm1.09^{a}$ | $4.93\pm0.91^{a}$ |

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสในชาก่อผสมใบเตยทั้ง 5 ระดับ (ตารางที่ 6) สามารถเลือกชาก่อผสมใบเตย 15 เปอร์เซ็นต์ แม้ว่าคะแนนความชอบด้านกลิ่น, รส และความชอบโดยรวมของชาก่อผสมใบเตย 15 เปอร์เซ็นต์ จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากชาก่อผสมใบเตยที่ระดับอื่นๆ แต่คะแนนความชอบด้านสี มีค่าสูงที่สุด ถึงแม้คะแนนจะไม่มีความแตกต่างจากชาก่อผสมใบเตย 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ได้คะแนนความชอบสูงที่สุด

จากการทดลองปรับเปลี่ยนอัตราส่วนเปลือกแก้วมังกรที่ระดับ 0, 10, 15, 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับในชาก่อ จากตารางที่ 7 พบว่า คะแนนความชอบด้านสีของชาก่อผสมแก้วมังกร 20 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากชาก่อผสมแก้วมังกร 25 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่คะแนนความชอบด้านสีรองลงมา คือ ชาก่อผสมแก้วมังกร 15, 0 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนคะแนนความชอบด้านกลิ่นของชาก่อผสมแก้วมังกร 0 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงที่สุด และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชาก่อผสมแก้วมังกร 10 และ 25 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชาก่อผสมแก้วมังกร 20 และ 15เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่คะแนนความชอบด้านรสไม่มีความแตกต่างอย่างมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อพิจารณาคะแนนความชอบโดยรวม พบว่า ชาก่อผสมแก้วมังกร 20 เปอร์เซ็นต์ มีคะแนนความชอบสูงที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชาก่อผสมแก้วมังกร 25, 15 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ส่วนคะแนนความชอบต่ำที่สุด คือ ชาก่อผสมเปลือกแก้วมังกร 0 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 7 แสดงผลทางประสาทสัมผัสของการแต่งกลิ่นรสเปลือกแก้วมังกรในชาสมุนไพรก่อ

| % เปลือกแก้วมังกร | สี | กลิ่น | รส$^{ns}$ | ความชอบโดยรวม |
|---|---|---|---|---|
| 0% | 4.30+1.42$^{b}$ | 5.00+1.26$^{a}$ | 3.93+1.48 | 4.03+1.38$^{b}$ |
| 10% | 4.27±1.51$^{b}$ | 4.23±1.36$^{b}$ | 4.40±1.19 | 4.30±1.15$^{ab}$ |
| 15% | 4.60±1.30$^{b}$ | 4.57±1.43$^{ab}$ | 4.17±1.29 | 4.40±1.35$^{ab}$ |
| 20% | 5.37±1.52$^{a}$ | 4.63±1.33$^{ab}$ | 4.20±1.30 | 4.73±1.44$^{a}$ |
| 25% | 4.90±0.96$^{ab}$ | 4.13±0.97$^{b}$ | 4.37±1.19 | 4.47±1.01$^{ab}$ |

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในชาก่อผสมแก้วมังกรทั้ง 5 ระดับ(ตารางที่ 7) สามารถเลือกชาก่อผสมแก้วมังกร 20 เปอร์เซ็นต์ แม้ว่าคะแนนความชอบด้านกลิ่นและความชอบโดยรวมจะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชาก่อผสมเปลือกแก้วมังกรที่ระดับอื่นๆ แต่เมื่อพิจารณาคะแนนความชอบด้านสี พบว่า ชาก่อผสมเปลือกแก้วมังกร 20 เปอร์เซ็นต์ ได้คะแนนสูงที่สุด ถึงแม้จะไม่มีความแตกต่างจากชาก่อผสมเปลือกแก้วมังกร 25 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ได้คะแนนความชอบสูงที่สุด

**4.5 สมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของชาสมุนไพรที่แต่งกลิ่นรส**

**4.5.1 สมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของชาเจียวกู้หลานแต่งกลิ่นรสด้วยใบเตย**

จากการวิเคราะห์หาสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน ด้วยวิธี FCR ในชาเจียวกู้หลานปรับปรุงกลิ่นรสด้วยใบเตย ที่ปริมาณ 4 ระดับ คือ 10, 15, 20 และ 25 เปอร์เซนต์ (น้ำหนักของชาผสม) ผลการทดลองสามารถแสดงดังตารางที่ 8 พบว่า สมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันในชาเจียวกู้หลานแต่งกลิ่นรสด้วยใบเตยจะเพิ่มขึ้น เมื่อเปอร์เซ็นต์ของใบเตยเพิ่มขึ้นตามลำดับ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในแต่ละระดับ โดยชาเจียวกู้หลานที่เติมใบเตย 25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปอร์เซนต์ จะมีสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันสูงที่สุดเท่ากับ 15.63 มิลลิกรัมต่อกรัมตัวอย่าง รองลงมาด้วยชาเจียวกู้หลานที่เติมใบเตย 20, 15, 10 และ 0 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ ในส่วนการวิเคราะห์ด้วยวิธี FRAP พบว่าชาเจียวกู้หลานที่มีการเติมใบเตย 25 เปอร์เซนต์ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 17.19 มิลลิกรัมต่อกรัมตัวอย่าง รองลงมาคือ การเติมใบเตยที่ 20 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และ การเติมใบเตยที่ 10 เปอร์เซ็นต์ และตัวควบคุมที่ไม่เติมใบเตย จะมีสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการวิเคราะห์ค่า $EC_{50}$ (effective concentration) พบว่าชาเจียวกู้หลานที่เติมใบเตย 25 เปอร์เซนต์ จะมีค่า $EC_{50}$ ต่ำที่สุด (2.97 มิลลิกรัม/กรัมตัวอย่าง) และค่า $EC_{50}$ จะเพิ่มขึ้นเมื่อลดปริมาณใบเตยในชาเจี๋ยวกู้หลานลง

**ตารางที่ 8** แสดงความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยวิธีต่างๆ ของชาสมุนไพรเจียวกู้-หลานแต่งกลิ่นรสด้วยใบเตย

| %ใบเตย | FCR* (mg/g) | FRAP** (mg/g) | $EC_{50}$*** (mg) |
|---|---|---|---|
| 0% | $3.77\pm0.15^{e}$ | $8.41\pm0.43^{e}$ | $3.64\pm0.11^{a}$ |
| 10% | $7.10\pm0.77^{d}$ | $8.68\pm0.47^{e}$ | $3.24\pm0.05^{b}$ |
| 15% | $10.34\pm0.23^{c}$ | $10.26\pm0.60^{b}$ | $3.17\pm0.06^{bc}$ |
| 20% | $12.05\pm0.67^{b}$ | $10.69\pm0.49^{b}$ | $3.03\pm0.10^{cd}$ |
| 25% | $15.63\pm0.28^{a}$ | $17.19\pm0.10^{a}$ | $2.97\pm0.06^{d}$ |
| 100% | $5.23\pm0.06$ | $22.44\pm0.16$ | $0.05\pm0.09$ |

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

* มิลลิกรัมสมมูลย์กรดแกลลิกต่อกรัมตัวอย่าง

** มิลลิกรัม $Fe^{++}$ต่อกรัมตัวอย่าง

*** มิลลิกรัมตัวอย่าง

จากผลการทดลองวิเคราะห์สมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วยวิธีการทั้ง 3 พบว่าทุกวิธีมีความสอดคล้องกัน กล่าวคือการเพิ่มปริมาณใบเตยจะเพิ่มสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของชาผสม ดังนั้นแสดงว่า สมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันในใบเตยมีค่าสูงกว่าชาเจียวกู้หลาน และการเพิ่มอัตราส่วนของใบเตยจะเพิ่มสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของชาผสมให้สูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.5.2 สมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของชาก่อแต่งกลิ่นรสด้วยใบเตย

จากการวิเคราะห์หาสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันในชาก่อ ด้วยวิธี FCR ที่มีการแต่งกลิ่นรสที่ปริมาณ 4 ระดับ คือ 10, 15, 20 และ 25 เปอร์เซนต์ (น้ำหนักของชาผสม) ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 9 พบว่า เมื่อเปอร์เซ็นต์ของใบเตยเพิ่มขึ้นสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของชาผสมที่แต่งกลิ่นรสด้วยใบเตยจะลดลง ตามลำดับ โดยตัวควบคุมที่ไม่มีการเติมใบเตยจะมีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 51.94 มิลลิกรัมต่อกรัมตัวอย่าง รองลงมา ได้แก่ ชาก่อที่เติมใบเตย 10, 15, 20 และ 25 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ ซึ่งชาก่อที่เติมใบเตย 0 เปอร์เซ็นต์ และ 10 เปอร์เซ็นต์ มีสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และชาก่อที่เติมใบเตยที่ 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์ ค่าที่ได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน ส่วนการวิเคราะห์ด้วยวิธี FRAP พบว่าสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของชาผสมจะลดลง เมื่อเปอร์เซ็นต์ของใบเตยเพิ่มขึ้น ตามลำดับ คือ ชาก่อที่เป็นตัวควบคุมที่ไม่มีการเติมใบเตยมีค่าเท่ากับ 312.64 มิลลิกรัมต่อกรัมตัวอย่าง โดยมีคุณสมบัติในการต้านออกซิเดชันเป็น 24 เท่าของชาที่มีการเติมใบเตย ซึ่งมีค่าความสัมพันธ์เชิงผกผันกับค่า $EC_{50}$ (effective concentration) โดยพบว่าชาก่อที่เป็นตัวควบคุมคือชาที่ไม่มีการเติมใบเตย จะมีค่า $EC_{50}$ ต่ำที่สุด (0.03 มิลลิกรัม/กรัมตัวอย่าง) และค่า $EC_{50}$ จะเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณใบเตยโดยเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งชาก่อที่มีการเติมใบเตยที่ 15 , 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์ มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

**ตารางที่ 9** แสดงความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยวิธีต่างๆ ของชาสมุนไพรก่อแต่งกลิ่นรสด้วยใบเตย

| % ใบเตย | FCR* (mg/g) | FRAP** (mg/g) | $EC_{50}$*** (mg) |
|---|---|---|---|
| 0% | 51.94±0.09$^{a}$ | 312.64±9.63$^{a}$ | 0.03±0.001$^{c}$ |
| 10% | 51.39±2.48$^{a}$ | 294.03±2.24$^{a}$ | 0.15±0.001$^{b}$ |
| 15% | 43.00±1.24$^{b}$ | 269.31±0.79$^{b}$ | 0.16±0.006$^{a}$ |
| 20% | 37.85±0.78$^{c}$ | 240.56±2.46$^{c}$ | 0.16±0.001$^{a}$ |
| 25% | 35.69±0.66$^{c}$ | 226.32±2.55$^{c}$ | 0.16±0.003$^{a}$ |
| 100% | 5.23±0.06 | 22.44±0.16 | 0.18±0.12 |

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

* มิลลิกรัมสมมูลย์กรดแกลลิกต่อกรัมตัวอย่าง

** มิลลิกรัม $Fe^{++}$ต่อกรัมตัวอย่าง

*** มิลลิกรัมตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นจากผลการทดลองวิเคราะห์สมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันทั้ง 3 วิธี พบว่าการเพิ่มปริมาณใบเตยไม่มีส่วนช่วยเพิ่มสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของชาผสม เนื่องจากสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันในชาก่อมีค่าสูงกว่าในใบเตย

**4.5.3 สมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของชาก่อแต่งกลิ่นรสด้วยเปลือกแก้วมังกร**

จากการวิเคราะห์หาสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน ด้วยวิธี FCR ในชาก่อ ที่มีการแต่งกลิ่นรสด้วยเปลือกแก้วมังกรที่ปริมาณ 4 ระดับ คือ 10, 15, 20 และ 25 เปอร์เซนต์ (น้ำหนักของชาผสม) จากตารางที่ 10 พบว่า การเพิ่มเปอร์เซ็นต์เปลือกแก้วมังกรในชาผสม จะทำให้สมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันในชาผสมลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกระดับ โดยตัวควบคุมหรือชาก่อไม่มีการเติมเปลือกแก้วมังกรจะมีสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันสูงที่สุดเท่ากับ 51.94 มิลลิกรัมต่อกรัมตัวอย่าง และชาก่อที่เติมเปลือกแก้วมังกร 25 เปอร์เซนต์มีสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันต่ำที่สุดเท่ากับ 33.24 มิลลิกรัมต่อกรัมตัวอย่าง หรือลดลง 36 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ด้วยวิธี FRAP ที่พบว่าการเพิ่มปริมาณเปลือกแก้วมังกรมีผลทำให้สมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันในชาผสมลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกระดับ ซึ่งการเติมเปลือกแก้วมังกร 25 เปอร์เซนต์ในชาก่อทำให้สมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันเปลือกแก้วมังกรลดลง 35.8 เปอร์เซนต์ และมีความสัมพันธ์ที่สอดคล้องกันเชิงผกผันกับค่า $EC_{50}$ (effective concentration) กล่าวคือ การเพิ่มปริมาณเปลือกแก้วมังกรจะทำให้ค่า $EC_{50}$ เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ชาก่อที่เติมเปลือกแก้วมังกรที่ 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์ มีค่า $EC_{50}$ ที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 10** แสดงความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยวิธีต่างๆ ของชาสมุนไพรก่อแต่งกลิ่นรสด้วยเปลือกแก้วมังกร

| % เปลือกแก้วมังกร | FCR* (mg/g) | FRAP** (mg/g) | $EC_{50}$*** (mg) |
|---|---|---|---|
| 0% | 51.94±0.09[a] | 312.64±9.63[a] | 0.03±0.001[d] |
| 10% | 47.66±0.09[b] | 261.18±2.24[b] | 0.18±0.001[c] |
| 15% | 39.89±0.55[c] | 240.28±0.76[c] | 0.22±0.001[b] |
| 20% | 34.81±0.40[d] | 219.10±2.46[d] | 0.24±0.001[a] |
| 25% | 33.24±0.14[e] | 200.69±2.55[e] | 0.24±0.001[a] |
| 100% | 1.99±0.06 | 12.6±0.05 | 4.19±0.09 |

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

* มิลลิกรัมสมมูลย์กรดแกลลิกต่อกรัมตัวอย่าง

** มิลลิกรัม $Fe^{++}$ ต่อกรัมตัวอย่าง

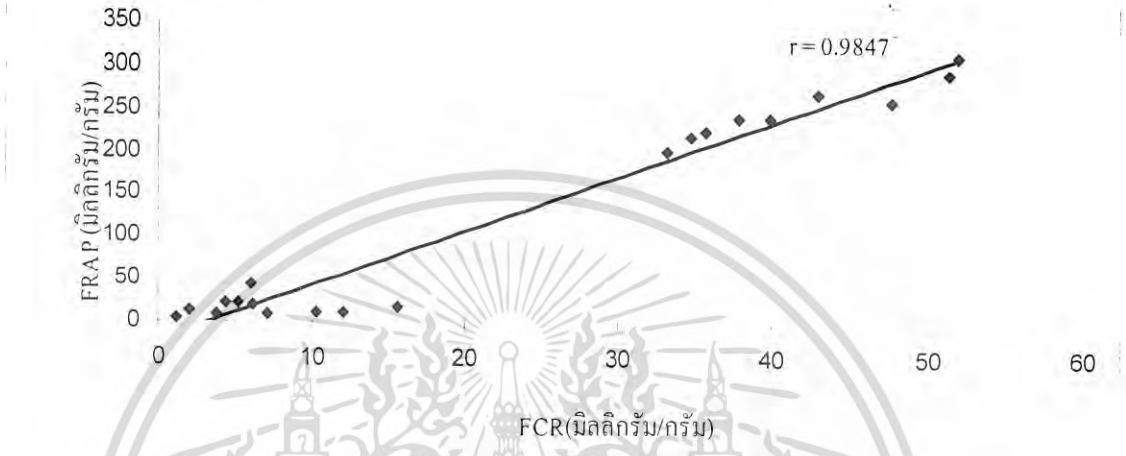
*** มิลลิกรัมตัวอย่าง

ดังนั้น จากผลการทดลองวิเคราะห์สมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วยวิธีการทั้ง 3 พบว่า การเพิ่มปริมาณเปลือกแก้วมังกรในชาก่อ จะเป็นการลดสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของชาผสมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้เนื่องจากชาก่อเป็นชาที่มีสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันสูงกว่าในเปลือกแก้วมังกร โดยวิธี FCR , FRAP และ $EC_{50}$ ประมาณ 36 , 36 และ 81 เท่า ตามลำดับ ดังนั้นการเพิ่มอัตราส่วนของเปลือกแก้วมังกรจะทำให้สมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของชาผสมให้ต่ำลง

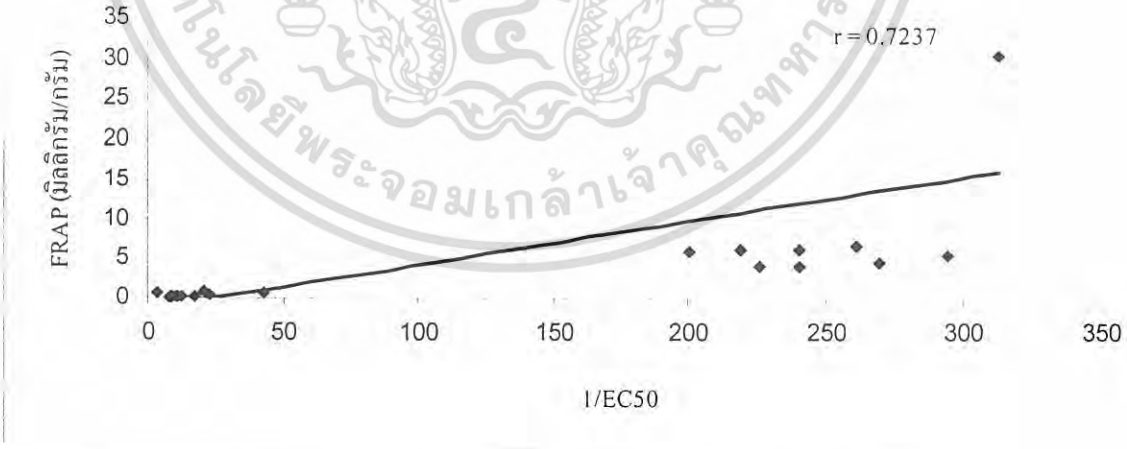
ความสามารถในการต้านออกซิเดชันในชาทั้ง 6 ชนิดที่ทดสอบด้วยวิธี FRAP, FCR และ DPPH (โดยคิดจาก $1/EC_{50}$) จากภาพที่ 1-3 พบว่า วิธี FRAP และ FCR ให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่สอดคล้องกันสูง ($p<0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 0.9847 ซึ่งวิธี FRAP และ FCR เป็นวิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์หาความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารรีเอเจนต์โดยค่า FRAP เป็นการหาความสามารถในการรีดิวซ์ทั้งหมด ส่วนค่า FCR ใช้หลักการทดสอบด้วยรีเอเจนต์ Folin Ciocalteu ซึ่งเป็นการทดสอบความสามารถในการให้อิเลคตรอนแก่สาร molybdenum (Haung *et. al.* 2005) ค่าจากวิธีที่ได้จะแปรผันตามความสามารถในการต้านออกซิเดชันของสารประกอบในชาสมุนไพร โดยจะแปรผกผันกับค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี DPPH และในส่วนของค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง FRAP และ DPPH กับ FCR และ DPPH มีค่าเท่ากับ 0.7237 และ 0.7242 ตามลำดับ

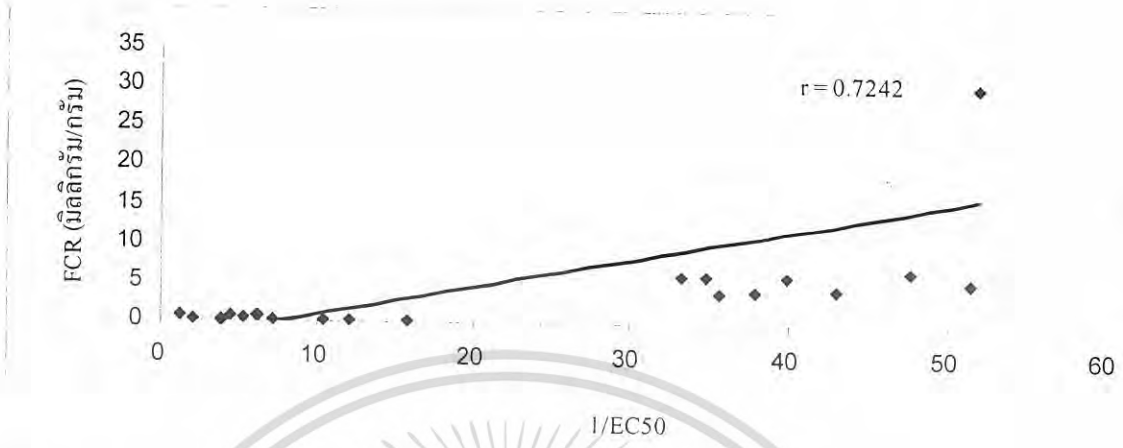



**ภาพที่ 1** : แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า FRAP (มิลลิกรัมต่อกรัมตัวอย่าง) และ FRC (มิลลิกรัมต่อกรัมตัวอย่าง)




**ภาพที่ 2** : แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า FRAP (มิลลิกรัมต่อกรัมตัวอย่าง) และ $1/EC_{50}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่ 3** : แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า FRC (มิลลิกรัมต่อกรัมตัวอย่าง) และ $1/EC_{50}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 5
# สรุปผลการทดลอง

การทดสอบทางประสาทสัมผัสของชาสมุนไพร 5 ชนิด ได้แก่ ชาหอมไก๋, ชาตังกุยใบ, ชาเจียวกู้หลาน, ชาก่อนก และชาปู่เฒ่าลืมไม้เท้า พบว่า ชาเจียวกู้หลานและชาก่อ ได้คะแนนความชอบโดยรวมมาก และมีคะแนนความชอบของกลิ่นสูงกว่าชาอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อวิเคราะห์ความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน ด้วยวิธีการทั้ง 3 พบว่า มีค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ (r) อยู่ระหว่าง 0.7237- 0.9847 ค่าที่ได้จากวิธี FCR และ FRAP จะแปรผันตามกัน ส่วนค่า $EC_{50}$ จะแปรผกผันกับวิธีการทั้ง 2 ชาก่อมีสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันสูงกว่าชาอื่นๆ ประมาณ 8 – 303 เท่าในการทดสอบทั้ง 3 วิธี ส่วนชาเจียวกู้หลานมีสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันต่ำที่สุดด้วยวิธี DPPH scavenging assay อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และชาปู่เฒ่าลืมไม้เท้า มีสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันต่ำที่สุดด้วยวิธี FCR และ FRAP อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การแต่งกลิ่นรสชาสมุนไพรเจียวกู้หลานและชาก่อ ด้วยผงพืช 5 ชนิด พบว่า ชาเจียวกู้หลานผสมใบเตย, ชาก่อผสมใบเตยและชาก่อผสมเปลือกแก้วมังกรได้คะแนนการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสมากที่สุด และมีคะแนนความชอบของรสและความชอบโดยรวมสูงกว่าชาผสมผงพืชอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อปรับเปลี่ยนอัตราส่วนของผงพืช พบว่า การผสมผงใบเตย 15% ในชาเจียวกู้หลานและชาก่อ และเปลือกแก้วมังกร 20% ในชาก่อ ได้คะแนนการยอมรับมากที่สุด และมีคะแนนความชอบของสีมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นชาเจียวกู้หลานผสมผงใบเตย 15% อย่างไรก็ตาม การเติมผงพืชในชาทั้ง 2 ชนิด มีผลทำให้สมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้น ชาเจียวกู้หลานผสมผงใบเตย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# เอกสารอ้างอิง

"กลไกการต้านอนุมูลอิสระ". 12 มีนาคม 2550. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก http://www.pharm.swu.ac.th

"ชาสมุนไพร". 1 มีนาคม 2550. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก http://www.thaihomemaster.com

สถาบันการแพทย์แผนไทย. กรมการแพทย์. กระทรวงสาธารณสุข. น้ำสมุนไพร. องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก, กรุงเทพฯ : หน้า 50.

ปาริฉัตตก์ ใจจักรคำ. ผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาเมลลาร์ด และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ. รายงานวิชาอาหารเสริมสุขภาพและโภชนเภสัช. สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร. โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ : หน้า 8-17.

ปรีชา บุญจูง. สารต้านอนุมูลอิสระ Radical Scavenging Agents. 190 หน้า.

"เปลือกแก้วมังกร". 1 มีนาคม 2550. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก http://www.centerresort.com/index.php?lay=show&ac=artical&Id=329687

รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ. 2540. พืชเครื่องเทศและสมุนไพร. พิมพ์ครั้งที่ 1. โอ.เอส.พริ้นติงเฮาส์, กรุงเทพฯ : หน้า 9.

วริฏฐา วีระจริยะ และ สุพัตรา มหาสุวรรณ .2546. การศึกษาปริมาณสารแอนตี้ออกซิแดนซ์ในชา. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร. โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ : หน้า 10

สุธรรม อารีกุล. 2548. องค์ความรู้เรื่องพืชป่าที่ชาวเขาใช้ประโยชน์ทางภาคเหนือของไทย ระยะที่ 2. มูลนิธิโครงการหลวง 659 หน้า.

สุธรรม อารีกุล. 2547. องค์ความรู้เรื่องพืชป่าที่ชาวเขาใช้ประโยชน์ทางภาคเหนือของไทย. มูลนิธิโครงการหลวง 596 หน้า.

สุนทรี สิงหบุตรา. 2536. สรรพคุณสมุนไพร 200 ชนิด. พิมพ์ครั้งที่ 1. โอ.เอส.พริ้นติงเฮาส์, กรุงเทพฯ : หน้า 50.

สุรพงษ์ โกสิยะจินดา. 2545. แก้วมังกรเศรษฐกิจ ผลไม้สุขภาพ. ฟันนี่พับบลิชชิ่ง, กรุงเทพฯ : หน้า 9.

"ส้มเขียวหวาน". 1 มีนาคม 2550. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก http://www.nco-project.com/herbal.htm#tangerin

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

"อนุมูลอิสระ". 1 มีนาคม 2550. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก http://www.greenlife.co.th/resources_th_05.html

อัญชนา เจนวิถีสุข. 2544. การตรวจหาและบ่งชี้ชนิดสารต้านอนุมูลอิสระจากผักพื้นบ้านและสมุนไพรไทย. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ : หน้า 1-14.

โอภา วัชระคุปต์. 2549. สารต้านอนุมูลอิสระ Radical Scavenging Agents. 190 หน้า.

Benzie I F.F. and Strain J. J. 1999. Ferric reducing/antioxidative power assay: Direct measure of total antioxidant activity of biological fluids and modified version of simultaneous measurement of antioxidant power and ascorbic acid concentration. Methods Enzymol. 299: 15-27.

Brand-William W., Cuelier M. and Berset M. E. 1995. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. Lebensm. Wiss. U. Technol. 28 : 25-30.

Huang, D., Boxin, O. and Prior, R.L. 2005. The chemistry behind antioxidant capacity assay. J. Agric. Food Chem. 53: 1841-1856.

Singleton, V.L., Orthofer, R. and Lamuela-Raventos, R.M. 1999. Analysis of total phenol and other oxidation substrates and antioxidants by mean of Folin-Ciocalteu Reagent. Methods Enzymol. 299: 152-177.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ก
## การวิเคราะห์ปริมาณของสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด

สามารถคำนวณหาปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดได้จากสมการ ดังนี้

จากสมการกราฟสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก $y = 0.0136x + 0.0213$ ; $R^2 = 0.9972$

ค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยของชาหอมไก๋ = 0.374

แทนค่า $0.374 = 0.0136x + 0.0213$

ไมโครกรัมแกลลิก = 25.91

$$\text{มิลลิกรัมกรดแกลลิกต่อกรัมตัวอย่าง} = \frac{\text{ไมโครกรัมกรดแกลลิก} \times \text{ปริมาตรน้ำที่ใช้ชงชา}}{\text{ปริมาตรน้ำชาที่ปิเปต} \times \text{น้ำหนักตัวอย่าง} \times 10^3}$$

$$= \frac{25.91 \times 500}{1 \times 3 \times 10^3}$$

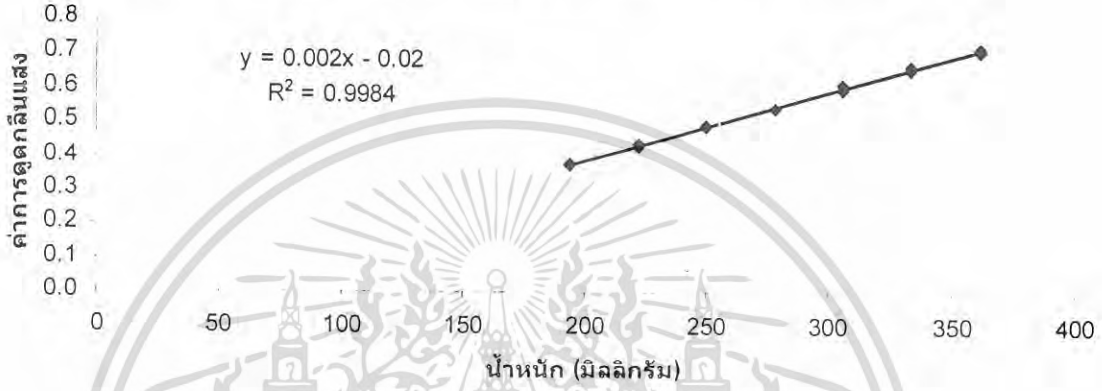
ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด = 4.318 มิลลิกรัมกรดแกลลิกต่อกรัมตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาพผนวก ข

## การวิเคราะห์สมบัติในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี FRAP

### กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงและน้ำหนัก




สามารถคำนวณหาปริมาณสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันได้จากสมการ ดังนี้

จากสมการกราฟสารละลายมาตรฐาน $FeSO_4.7H_2O$ $y = 0.002x - 0.02$ ; $R^2 = 0.9984$

ไมโครกรัม $Fe^{++}$

ค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยของชาหอมไก๋ = 0.222

แทนค่า $0.222 = 0.002x - 0.02$

$= 121$

ปริมาณสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน = $\frac{\text{ไมโครกรัม } Fe^{++} \times \text{ปริมาตรน้ำที่ใช้ชงชา}}{\text{ปริมาตรน้ำชาที่ปิเปต} \times \text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$

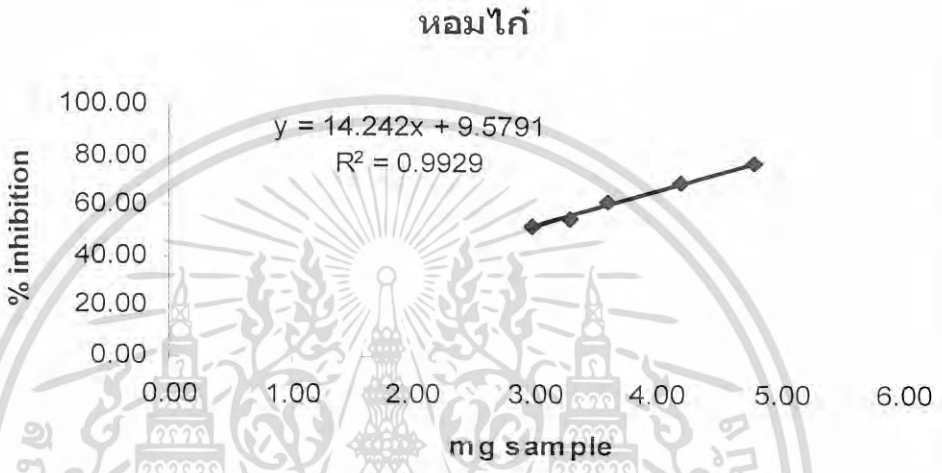
ปริมาณสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน = $\frac{121 \times 500}{1 \times 3 \times 10^3}$

= 21.21 มิลลิกรัม $Fe^{++}$ต่อกรัมตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาพผนวก ค
## การวิเคราะห์สมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ

ตัวอย่างกราฟค่า $EC_{50}$ ของชาหอมไก๋




วิธีการหาค่า $EC_{50}$ ของชาหอมไก๋

จากสมการเส้นตรงของชาหอมไก๋ $y = 14.242x + 9.5791$

$50 = 14.242x + 9.5791$

$= 2.838$

$EC_{50}/\text{dilution} = 2.838/2$

$EC_{50} = 1.419$ มิลลิกรัมตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางภาคผนวกที่ 1** สมการและค่า R-square ของชาสมุนไพร 5 ชนิด และ พืช 2 ชนิด

| ชื่อ | ชื่อวิทยาศาสตร์ | สมการ | ค่า R-square |
|---|---|---|---|
| ชาหอมไก๋ | *Chloranthus erectus* (Buch.-Ham.) Verde | y = 14.242x + 9.5791<br>y = 15.174x + 5.0882 | 0.9929<br>0.99 |
| ชาตังกุย | *Angelina acutiloba* (Siebold & Zucc.) Kitagawa | y = 15.537x + 11.383<br>y = 16.94x + 6.0942 | 0.9943<br>0.9957 |
| ชาเจียวกู้หลาน | *Gynostemma pentaphyllum* (Thumb. Ex Murray) Makino | y = 2.1462x + 11.759<br>y = 2.2689x + 7.8618 | 0.9905<br>0.985 |
| ชาก่อนก | *Lithocarpus polystachyus* (A. DC.) Rehder | y = 12.89x + 8.6064<br>y = 13.415x + 5.4135 | 0.9887<br>0.9809 |
| ชาปู่เฒ่าลืมไม้เท้า | *Aspidistra sp.* | y = 11.485x + 16.832<br>y = 12.667x + 10.664 | 0.9712<br>0.9736 |
| เตยหอม | *Pandanus amaryllifolius Roxb.* | y = 1.8699x + 33.606<br>y = 1.9249x + 31.528 | 0.9979<br>0.9977 |
| แก้วมังกร | *Hylocercus undatus (Haw)* Brit & Rose | y = 2.3374x + 1.7849<br>y = 2.2467x + 2.2105 | 0.9967<br>0.9879 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางภาคผนวกที่ 2** สมการและค่า R-square ของชาสมุนไพรผสมผงพืช

| ชื่อ | สมการ | ค่า R-square |
|---|---|---|
| ชาเจียวกู้หลานผสมใบเตย 10% | y = 2.9721x + 2.3576 | 0.9939 |
| | y = 3.0236x + 0.3839 | 0.9866 |
| ชาเจียวกู้หลานผสมใบเตย 15% | y = 2.8192x + 5.8765 | 0.9751 |
| | y = 2.8317x + 4.4338 | 0.9847 |
| ชาเจียวกู้หลานผสมใบเตย 20% | y = 2.9117x + 5.9501 | 0.9853 |
| | y = 2.9259x + 4.5138 | 0.9926 |
| ชาเจียวกู้หลานผสมใบเตย 25% | y = 3.42x + 0.3327 | 0.9794 |
| | y = 3.3454x - 0.0032 | 0.9905 |
| ชาก่อผสมใบเตย 10% | y = 12.373x + 4.0809 | 0.9942 |
| | y = 12.559x + 4.1462 | 0.9951 |
| ชาก่อผสมใบเตย 15% | y = 13.27x - 2.1279 | 0.9982 |
| | y = 12.604x + 2.3812 | 0.993 |
| ชาก่อผสมใบเตย 20% | y = 13.829x - 6.4538 | 0.9943 |
| | y = 14.85x - 10.738 | 0.9983 |
| ชาก่อผสมใบเตย 25% | y = 11.761x + 0.9607 | 0.9981 |
| | y = 11.879x + 2.0006 | 0.9934 |
| ชาก่อผสมเปลือกแก้วมังกร 10% | y = 15.43x - 6.5945 | 0.9936 |
| | y = 15.438x - 6.7418 | 0.9919 |
| ชาก่อผสมเปลือกแก้วมังกร 15% | y = 8.1924x + 14.619 | 0.9851 |
| | y = 8.7153x + 11.981 | 0.9946 |
| ชาก่อผสมเปลือกแก้วมังกร 20% | y = 13.945x - 17.056 | 0.9886 |
| | y = 14.128x - 18.074 | 0.9848 |
| ชาก่อผสมเปลือกแก้วมังกร 25% | y = 11.849x - 7.3018 | 0.9932 |
| | y = 12.016x - 8.7245 | 0.9934 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาพผนวก ง

## แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส 7 points hedonic scale

### แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของชาสมุนไพร

**แบบ Hedonic scale**

ชื่อ.....วันที่.....

ข้อปฏิบัติในการทดลอง

1. ชิมตัวอย่างชาจากแก้วชา
2. ทดสอบคุณลักษณะของตัวอย่าง เปรียบเทียบกับทั้งหมด และพิจารณาว่าคุณลกษณะของตัวอย่างที่ต้องการ เมื่อชิมแล้วให้คะแนนอย่างไร
3. การพิจารณาคะแนนและการยอมรับ แบ่งคะแนนตามความชอบออกเป็น

   7 = ชอบมากที่สุด 6 = ชอบปานกลาง 5 = ชอบ 4 = เฉยๆ

   3 = ไม่ชอบ 2 = ไม่ชอบปานกลาง 1 = ไม่ชอบมากที่สุด
4. ในระหว่างการชิมรสแต่ละตัวอย่าง ใช้น้ำล้างปากเพื่อป้องกันการสับสนระหว่างตัวอย่าง
5. ใส่คะแนนตามลำดับความชอบ ตั้งแต่ 1-7 ลงในช่องว่าง

| | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
|---|---|---|---|---|---|
| สี | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| กลิ่น | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| รส | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| ความชอบโดยรวม | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |

ข้อเสนอแนะ : .....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาพผนวก จ

## ตารางวิเคราะห์ผลทางสถิติ

**ตารางภาคผนวกที่ 3** ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านสีของชาสมุนไพร

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: COLOR

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 136.253[a] | 33 | 4.129 | 1.945 | .005 |
| Intercept | 2851.440 | 1 | 2851.440 | 1342.907 | .000 |
| PANELIST | 68.160 | 29 | 2.350 | 1.107 | .342 |
| TYPE | 68.093 | 4 | 17.023 | 8.017 | .000 |
| Error | 246.307 | 116 | 2.123 | | |
| Total | 3234.000 | 150 | | | |
| Corrected Total | 382.560 | 149 | | | |

a. R Squared = .356 (Adjusted R Squared = .173)

**ตารางภาคผนวกที่ 4** ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านกลิ่นของชาสมุนไพร

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: ODOR

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 158.687[a] | 33 | 4.809 | 2.452 | .000 |
| Intercept | 2488.807 | 1 | 2488.807 | 1268.981 | .000 |
| PANELIST | 74.593 | 29 | 2.572 | 1.311 | .158 |
| TYPE | 84.093 | 4 | 21.023 | 10.719 | .000 |
| Error | 227.507 | 116 | 1.961 | | |
| Total | 2875.000 | 150 | | | |
| Corrected Total | 386.193 | 149 | | | |

a. R Squared = .411 (Adjusted R Squared = .243)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางภาคผนวกที่ 5** ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านรสของชาสมุนไพร

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: TASTE

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 73.380[a] | 33 | 2.224 | .980 | .508 |
| Intercept | 2068.327 | 1 | 2068.327 | 911.249 | .000 |
| PANELIST | 55.873 | 29 | 1.927 | .849 | .687 |
| TYPE | 17.507 | 4 | 4.377 | 1.928 | .110 |
| Error | 263.293 | 116 | 2.270 | | |
| Total | 2405.000 | 150 | | | |
| Corrected Total | 336.673 | 149 | | | |

a. R Squared = .218 (Adjusted R Squared = -.005)

**ตารางภาคผนวกที่ 6** ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบโดยรวมของชาสมุนไพร

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: TOTAL

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 65.787[a] | 33 | 1.994 | 1.120 | .323 |
| Intercept | 2273.707 | 1 | 2273.707 | 1277.198 | .000 |
| PANELIST | 48.293 | 29 | 1.665 | .935 | .566 |
| TYPE | 17.493 | 4 | 4.373 | 2.457 | .049 |
| Error | 206.507 | 116 | 1.780 | | |
| Total | 2546.000 | 150 | | | |
| Corrected Total | 272.293 | 149 | | | |

a. R Squared = .242 (Adjusted R Squared = .026)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางภาคผนวกที่ 7** ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยวิธี FCR ของชาสมุนไพร

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: FCR

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 3815.769[a] | 5 | 763.154 | 127781.5 | .000 |
| Intercept | 1798.693 | 1 | 1798.693 | 301170.8 | .000 |
| TYPE | 3815.769 | 5 | 763.154 | 127781.5 | .000 |
| Error | 3.583E-02 | 6 | 5.972E-03 | | |
| Total | 5614.497 | 12 | | | |
| Corrected Total | 3815.805 | 11 | | | |

a. R Squared = 1.000 (Adjusted R Squared = 1.000)

ตารางภาคผนวกที่ 8 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยวิธี FRAP ของชาสมุนไพร

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: FRAP

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 1.452E+11[a] | 5 | 2.904E+10 | 1766.613 | .000 |
| Intercept | 5.589E+10 | 1 | 5.589E+10 | 3400.336 | .000 |
| TYPE | 1.452E+11 | 5 | 2.904E+10 | 1766.613 | .000 |
| Error | 98626674.9 | 6 | 16437779.14 | | |
| Total | 2.012E+11 | 12 | | | |
| Corrected Total | 1.453E+11 | 11 | | | |

a. R Squared = .999 (Adjusted R Squared = .999)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางภาคผนวกที่ 9** ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันค่า $EC_{50}$ ของชาสมุนไพร

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: EC50

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 13.691[a] | 5 | 2.738 | 788.724 | .000 |
| Intercept | 27.847 | 1 | 27.847 | 8021.085 | .000 |
| TYPE | 13.691 | 5 | 2.738 | 788.724 | .000 |
| Error | 2.083E-02 | 6 | 3.472E-03 | | |
| Total | 41.558 | 12 | | | |
| Corrected Total | 13.712 | 11 | | | |

a. R Squared = .998 (Adjusted R Squared = .997)

**ตารางภาคผนวกที่ 10** ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านสีของการแต่งกลิ่นรสของชาสมุนไพรเจียวกู้หลาน

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: COLOR

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 86.600[a] | 33 | 2.624 | 1.716 | .019 |
| Intercept | 3174.000 | 1 | 3174.000 | 2075.445 | .000 |
| PANELIST | 34.400 | 29 | 1.186 | .776 | .783 |
| TYPE | 52.200 | 4 | 13.050 | 8.533 | .000 |
| Error | 177.400 | 116 | 1.529 | | |
| Total | 3438.000 | 150 | | | |
| Corrected Total | 264.000 | 149 | | | |

a. R Squared = .328 (Adjusted R Squared = .137)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางภาคผนวกที่ 11** ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านกลิ่นของการแต่งกลิ่นรสของชาสมุนไพรเจียวกู้หลาน

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: ODOR

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 186.287[a] | 33 | 5.645 | 3.377 | .000 |
| Intercept | 2912.807 | 1 | 2912.807 | 1742.517 | .000 |
| PANELIST | 101.393 | 29 | 3.496 | 2.092 | .003 |
| TYPE | 84.893 | 4 | 21.223 | 12.696 | .000 |
| Error | 193.907 | 116 | 1.672 | | |
| Total | 3293.000 | 150 | | | |
| Corrected Total | 380.193 | 149 | | | |

a. R Squared = .490 (Adjusted R Squared = .345)

**ตารางภาคผนวกที่ 12** ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านรสของการแต่งกลิ่นรสของชาสมุนไพรเจียวกู้หลาน

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: TASTE

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 200.547[a] | 33 | 6.077 | 3.368 | .000 |
| Intercept | 2258.160 | 1 | 2258.160 | 1251.576 | .000 |
| PANELIST | 116.640 | 29 | 4.022 | 2.229 | .001 |
| TYPE | 83.907 | 4 | 20.977 | 11.626 | .000 |
| Error | 209.293 | 116 | 1.804 | | |
| Total | 2668.000 | 150 | | | |
| Corrected Total | 409.840 | 149 | | | |

a. R Squared = .489 (Adjusted R Squared = .344)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางภาคผนวกที่ 13** ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบโดยรวมของการแต่งกลิ่นรสของชาสมุนไพรเจียวกู้หลาน

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: TOTAL

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 149.880[a] | 33 | 4.542 | 3.012 | .000 |
| Intercept | 2629.227 | 1 | 2629.227 | 1743.865 | .000 |
| PANELIST | 91.173 | 29 | 3.144 | 2.085 | .003 |
| TYPE | 58.707 | 4 | 14.677 | 9.734 | .000 |
| Error | 174.893 | 116 | 1.508 | | |
| Total | 2954.000 | 150 | | | |
| Corrected Total | 324.773 | 149 | | | |

a. R Squared = .461 (Adjusted R Squared = .308)

**ตารางภาคผนวกที่ 14** ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านสีของการแต่งกลิ่นรสของชาสมุนไพรก่อ

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: COLOR

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 68.347[a] | 33 | 2.071 | 1.346 | .127 |
| Intercept | 3533.227 | 1 | 3533.227 | 2297.046 | .000 |
| PANELIST | 57.573 | 29 | 1.985 | 1.291 | .172 |
| TYPE | 10.773 | 4 | 2.693 | 1.751 | .144 |
| Error | 178.427 | 116 | 1.538 | | |
| Total | 3780.000 | 150 | | | |
| Corrected Total | 246.773 | 149 | | | |

a. R Squared = .277 (Adjusted R Squared = .071)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางภาคผนวกที่ 15** ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านกลิ่นของการแต่งกลิ่นรสของชาสมุนไพรก่อ

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: ODOR

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 115.587[a] | 33 | 3.503 | 2.126 | .002 |
| Intercept | 2939.307 | 1 | 2939.307 | 1784.132 | .000 |
| PANELIST | 64.693 | 29 | 2.231 | 1.354 | .132 |
| TYPE | 50.893 | 4 | 12.723 | 7.723 | .000 |
| Error | 191.107 | 116 | 1.647 | | |
| Total | 3246.000 | 150 | | | |
| Corrected Total | 306.693 | 149 | | | |

a. R Squared = .377 (Adjusted R Squared = .200)

**ตารางภาคผนวกที่ 16** ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านรสของการแต่งกลิ่นรสของชาสมุนไพรก่อ

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: TASTE

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 159.680[a] | 33 | 4.839 | 2.404 | .000 |
| Intercept | 1886.827 | 1 | 1886.827 | 937.380 | .000 |
| PANELIST | 89.973 | 29 | 3.103 | 1.541 | .056 |
| TYPE | 69.707 | 4 | 17.427 | 8.658 | .000 |
| Error | 233.493 | 116 | 2.013 | | |
| Total | 2280.000 | 150 | | | |
| Corrected Total | 393.173 | 149 | | | |

a. R Squared = .406 (Adjusted R Squared = .237)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางภาคผนวกที่ 17** ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบโดยรวมของการแต่งกลิ่นรสของชาสมุนไพรก่อ

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: TOTAL

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 113.920[a] | 33 | 3.452 | 2.196 | .001 |
| Intercept | 2273.707 | 1 | 2273.707 | 1446.209 | .000 |
| PANELIST | 66.293 | 29 | 2.286 | 1.454 | .085 |
| TYPE | 47.627 | 4 | 11.907 | 7.573 | .000 |
| Error | 182.373 | 116 | 1.572 | | |
| Total | 2570.000 | 150 | | | |
| Corrected Total | 296.293 | 149 | | | |

a. R Squared = .384 (Adjusted R Squared = .209)

ตารางภาคผนวกที่ 18 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านสีของการแต่งกลิ่นรสใบเตยในชาสมุนไพรเจียวกู้หลาน

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: COLOR

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 42.820[a] | 33 | 1.298 | .952 | .549 |
| Intercept | 3740.007 | 1 | 3740.007 | 2742.819 | .000 |
| PANELIST | 35.393 | 29 | 1.220 | .895 | .623 |
| TYPE | 7.427 | 4 | 1.857 | 1.362 | .252 |
| Error | 158.173 | 116 | 1.364 | | |
| Total | 3941.000 | 150 | | | |
| Corrected Total | 200.993 | 149 | | | |

a. R Squared = .213 (Adjusted R Squared = -.011)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางภาคผนวกที่ 19** ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านกลิ่นของการแต่งกลิ่นรสใบเตยในชาสมุนไพรเจียวกู้หลาน

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: ODOR

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 78.513[a] | 33 | 2.379 | 1.581 | .040 |
| Intercept | 3109.927 | 1 | 3109.927 | 2066.633 | .000 |
| PANELIST | 38.673 | 29 | 1.334 | .886 | .635 |
| TYPE | 39.840 | 4 | 9.960 | 6.619 | .000 |
| Error | 174.560 | 116 | 1.505 | | |
| Total | 3363.000 | 150 | | | |
| Corrected Total | 253.073 | 149 | | | |

a. R Squared = .310 (Adjusted R Squared = .114)

**ตารางภาคผนวกที่ 20** ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านรสของการแต่งกลิ่นรสใบเตยในชาสมุนไพรเจียวกู้หลาน

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: TASTE

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 127.120[a] | 33 | 3.852 | 2.212 | .001 |
| Intercept | 2764.907 | 1 | 2764.907 | 1587.978 | .000 |
| PANELIST | 59.893 | 29 | 2.065 | 1.186 | .259 |
| TYPE | 67.227 | 4 | 16.807 | 9.653 | .000 |
| Error | 201.973 | 116 | 1.741 | | |
| Total | 3094.000 | 150 | | | |
| Corrected Total | 329.093 | 149 | | | |

a. R Squared = .386 (Adjusted R Squared = .212)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางภาคผนวกที่ 21** ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบโดยรวมของการแต่งกลิ่นรสใบเตยในชาสมุนไพรเจียวกู้หลาน

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: TOTAL

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 83.200[a] | 33 | 2.521 | 1.392 | .10 |
| Intercept | 3082.667 | 1 | 3082.667 | 1701.726 | .000 |
| PANELIST | 27.333 | 29 | .943 | .520 | .97 |
| TYPE | 55.867 | 4 | 13.967 | 7.710 | .000 |
| Error | 210.133 | 116 | 1.811 | | |
| Total | 3376.000 | 150 | | | |
| Corrected Total | 293.333 | 149 | | | |

a. R Squared = .284 (Adjusted R Squared = .080)

**ตารางภาคผนวกที่ 22** ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านสีของการแต่งกลิ่นรสใบเตยในชาสมุนไพรก่อ

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: COLOR

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 78.836[a] | 33 | 2.389 | 1.720 | .019 |
| Intercept | 3248.503 | 1 | 3248.503 | 2338.536 | .000 |
| PANELIST | 51.196 | 29 | 1.765 | 1.271 | .186 |
| TYPE | 26.896 | 4 | 6.724 | 4.840 | .001 |
| Error | 161.138 | 116 | 1.389 | | |
| Total | 3488.000 | 150 | | | |
| Corrected Total | 239.973 | 149 | | | |

a. R Squared = .329 (Adjusted R Squared = .137)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางภาคผนวกที่ 23** ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านกลิ่นของการแต่งกลิ่นรสใบเตยในชาสมุนไพรก่อ

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: ODOR

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 57.116[a] | 33 | 1.731 | 1.432 | .085 |
| Intercept | 3345.952 | 1 | 3345.952 | 2768.058 | .000 |
| PANELIST | 42.382 | 29 | 1.461 | 1.209 | .237 |
| TYPE | 14.416 | 4 | 3.604 | 2.981 | .022 |
| Error | 140.218 | 116 | 1.209 | | |
| Total | 3558.000 | 150 | | | |
| Corrected Total | 197.333 | 149 | | | |

a. R Squared = .289 (Adjusted R Squared = .087)

**ตารางภาคผนวกที่ 24** ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านรสของการแต่งกลิ่นรสใบเตยในชาสมุนไพรก่อ

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: TASTE

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 83.607[a] | 33 | 2.534 | 1.663 | .026 |
| Intercept | 2726.365 | 1 | 2726.365 | 1789.133 | .000 |
| PANELIST | 60.767 | 29 | 2.095 | 1.375 | .120 |
| TYPE | 21.434 | 4 | 5.358 | 3.516 | .010 |
| Error | 176.766 | 116 | 1.524 | | |
| Total | 2974.000 | 150 | | | |
| Corrected Total | 260.373 | 149 | | | |

a. R Squared = .321 (Adjusted R Squared = .128)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางภาคผนวกที่ 25** ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบโดยรวมของการแต่งกลิ่นรสใบเตยในชาสมุนไพรก่อ

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: TOTAL

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 82.642[a] | 33 | 2.504 | 2.128 | .002 |
| Intercept | 2982.157 | 1 | 2982.157 | 2533.705 | .000 |
| PANELIST | 56.535 | 29 | 1.949 | 1.656 | .032 |
| TYPE | 24.652 | 4 | 6.163 | 5.236 | .001 |
| Error | 136.531 | 116 | 1.177 | | |
| Total | 3194.000 | 150 | | | |
| Corrected Total | 219.173 | 149 | | | |

a. R Squared = .377 (Adjusted R Squared = .200)

**ตารางภาคผนวกที่ 26** ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านสีของการแต่งกลิ่นรสเปลือกแก้วมังกรในชาสมุนไพรก่อ

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: COLOR

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 83.707[a] | 33 | 2.537 | 1.411 | .094 |
| Intercept | 3280.826 | 1 | 3280.826 | 1824.720 | .000 |
| PANELIST | 58.467 | 29 | 2.016 | 1.121 | .326 |
| TYPE | 25.567 | 4 | 6.392 | 3.555 | .009 |
| Error | 208.567 | 116 | 1.798 | | |
| Total | 3587.000 | 150 | | | |
| Corrected Total | 292.273 | 149 | | | |

a. R Squared = .286 (Adjusted R Squared = .083)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางภาคผนวกที่ 27** ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านกลิ่นของการแต่งกลิ่นรสเปลือกแก้วมังกรในชาสมุนไพรก่อ

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: ODOR

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 84.522[a] | 33 | 2.561 | 1.780 | .013 |
| Intercept | 3039.715 | 1 | 3039.715 | 2112.041 | .000 |
| PANELIST | 70.216 | 29 | 2.421 | 1.682 | .028 |
| TYPE | 13.449 | 4 | 3.362 | 2.336 | .060 |
| Error | 166.951 | 116 | 1.439 | | |
| Total | 3307.000 | 150 | | | |
| Corrected Total | 251.473 | 149 | | | |

a. R Squared = .336 (Adjusted R Squared = .147)

**ตารางภาคผนวกที่ 28** ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านรสของการแต่งกลิ่นรสเปลือกแก้วมังกรในชาสมุนไพรก่อ

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: TASTE

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 80.415[a] | 33 | 2.437 | 1.695 | .022 |
| Intercept | 2663.588 | 1 | 2663.588 | 1852.833 | .000 |
| PANELIST | 76.241 | 29 | 2.629 | 1.829 | .013 |
| TYPE | 3.625 | 4 | .906 | .630 | .642 |
| Error | 166.759 | 116 | 1.438 | | |
| Total | 2910.000 | 150 | | | |
| Corrected Total | 247.173 | 149 | | | |

a. R Squared = .325 (Adjusted R Squared = .133)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางภาคผนวกที่ 29** ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบโดยรวมของการแต่งกลิ่นรสเปลือกแก้วมังกรในชาสมุนไพรก่อ

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: TOTAL

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 89.123[a] | 33 | 2.701 | 2.028 | .003 |
| Intercept | 2880.726 | 1 | 2880.726 | 2163.569 | .000 |
| PANELIST | 81.350 | 29 | 2.805 | 2.107 | .003 |
| TYPE | 7.533 | 4 | 1.883 | 1.414 | .234 |
| Error | 154.450 | 116 | 1.331 | | |
| Total | 3130.000 | 150 | | | |
| Corrected Total | 243.573 | 149 | | | |

a. R Squared = .366 (Adjusted R Squared = .186)

**ตารางภาคผนวกที่ 30** ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยวิธี FCR ของชาสมุนไพรเจียวกู้หลานแต่งกลิ่นรสด้วยใบเตย

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: FCR

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 168.022[a] | 4 | 42.005 | 177.738 | .000 |
| Intercept | 952.752 | 1 | 952.752 | 4031.387 | .000 |
| TYPE | 168.022 | 4 | 42.005 | 177.738 | .000 |
| Error | 1.182 | 5 | .236 | | |
| Total | 1121.955 | 10 | | | |
| Corrected Total | 169.204 | 9 | | | |

a. R Squared = .993 (Adjusted R Squared = .987)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางภาคผนวกที่ 31** ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยวิธี FRAP ของชาสมุนไพรเจียวกู้หลานแต่งกลิ่นรสด้วยใบเตย

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: FRAP

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 102.095[a] | 4 | 25.524 | 122.965 | .000 |
| Intercept | 1219.920 | 1 | 1219.920 | 5877.151 | .000 |
| TYPE | 102.095 | 4 | 25.524 | 122.965 | .000 |
| Error | 1.038 | 5 | .208 | | |
| Total | 1323.053 | 10 | | | |
| Corrected Total | 103.133 | 9 | | | |

a. R Squared = .990 (Adjusted R Squared = .982)

**ตารางภาคผนวกที่ 32** ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน ค่า $EC_{50}$ ของชาสมุนไพรเจียวกู้หลานแต่งกลิ่นรสด้วยใบเตย

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: EC50

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | .574[a] | 4 | .143 | 33.157 | .001 |
| Intercept | 102.874 | 1 | 102.874 | 23773.84 | .000 |
| TYPE | .574 | 4 | .143 | 33.157 | .001 |
| Error | 2.164E-02 | 5 | 4.327E-03 | | |
| Total | 103.470 | 10 | | | |
| Corrected Total | .596 | 9 | | | |

a. R Squared = .964 (Adjusted R Squared = .935)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางภาคผนวกที่ 33** ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยวิธี FCR ของชาสมุนไพรก่อแต่งกลิ่นรสด้วยใบเตย

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: FCR

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 451.379[a] | 4 | 112.845 | 64.304 | .000 |
| Intercept | 19337.830 | 1 | 19337.830 | 11019.52 | .000 |
| TYPE | 451.379 | 4 | 112.845 | 64.304 | .000 |
| Error | 8.774 | 5 | 1.755 | | |
| Total | 19797.984 | 10 | | | |
| Corrected Total | 460.154 | 9 | | | |

a. R Squared = .981 (Adjusted R Squared = .966)

**ตารางภาคผนวกที่ 34** ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยวิธี FRAP ของชาสมุนไพรก่อแต่งกลิ่นรสด้วยใบเตย

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: FRAP

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 10320.758[a] | 4 | 2580.189 | 35.518 | .001 |
| Intercept | 721293.078 | 1 | 721293.078 | 9929.199 | .000 |
| TYPE | 10320.758 | 4 | 2580.189 | 35.518 | .001 |
| Error | 363.218 | 5 | 72.644 | | |
| Total | 731977.053 | 10 | | | |
| Corrected Total | 10683.976 | 9 | | | |

a. R Squared = .966 (Adjusted R Squared = .939)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางภาคผนวกที่ 35** ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันค่า $EC_{50}$ ของชาสมุนไพรก่อแต่งกลิ่นรสด้วยใบเตย

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: EC50

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 2.606E-02[a] | 4 | 6.514E-03 | 581.598 | .000 |
| Intercept | .179 | 1 | .179 | 15984.32 | .000 |
| TYPE | 2.606E-02 | 4 | 6.514E-03 | 581.598 | .000 |
| Error | 5.600E-05 | 5 | 1.120E-05 | | |
| Total | .205 | 10 | | | |
| Corrected Total | 2.611E-02 | 9 | | | |

a. R Squared = .998 (Adjusted R Squared = .996)

**ตารางภาคผนวกที่ 36** ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยวิธี FCR ของชาสมุนไพรก่อแต่งกลิ่นรสด้วยเปลือกแก้วมังกร

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: FCR

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 525.300[a] | 4 | 131.325 | 1311.631 | .000 |
| Intercept | 17228.643 | 1 | 17228.643 | 172074.1 | .000 |
| TYPE | 525.300 | 4 | 131.325 | 1311.631 | .000 |
| Error | .501 | 5 | .100 | | |
| Total | 17754.443 | 10 | | | |
| Corrected Total | 525.800 | 9 | | | |

a. R Squared = .999 (Adjusted R Squared = .998)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางภาคผนวกที่ 37** ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยวิธี FRAP ของชาสมุนไพรก่อแต่งกลิ่นรสด้วยเปลือกแก้วมังกร

**FRAP**

Duncan[a,b]

| TYPE | N | Subset 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | 2 | 200.6950 | | | | |
| 3 | 2 | | 219.0950 | | | |
| 2 | 2 | | | 240.2750 | | |
| 1 | 2 | | | | 261.1800 | |
| 0 | 2 | | | | | 312.6350 |
| Sig. | | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = 22.178.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

b. Alpha = .05.

**ตารางภาคผนวกที่ 38** ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันค่า $EC_{50}$ ของชาสมุนไพรก่อแต่งกลิ่นรสด้วยเปลือกแก้วมังกร

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: EC50

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 6.142E-02[a] | 4 | 1.536E-02 | 13960.14 | .000 |
| Intercept | .336 | 1 | .336 | 305444.5 | .000 |
| TYPE | 6.142E-02 | 4 | 1.536E-02 | 13960.14 | .000 |
| Error | 5.500E-06 | 5 | 1.100E-06 | | |
| Total | .397 | 10 | | | |
| Corrected Total | 6.143E-02 | 9 | | | |

a. R Squared = 1.000 (Adjusted R Squared = 1.000)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ประวัติผู้เขียน**

นางสาวดาวรุ่ง ติรวงศ์กุศล เกิดเมื่อวันที่ 21 พฤศจิกายน พ.ศ. 2527 บ้านเลขที่ 146 ถ.สิรินธร แขวงบางพลัด เขตบางพลัด กรุงเทพมหานคร 10700 ปี พ.ศ.2545 สำเร็จการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนเขมะสิริอนุสสรณ์ ปี พ.ศ. 2549 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร) โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

นางสาวนฤดี โชคอนุวัฒน์ เกิดเมื่อวันที่ 20 ธันวาคม พ.ศ. 2527 บ้านเลขที่ 348/36-37 ถ.รัฐประชา ต.เมืองคง อ.ราษีไศล จ.ศรีสะเกษ 33160 ปี พ.ศ. 2545 สำเร็จการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย ปี พ.ศ. 2549 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร) โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้